

**TEXTURE INFORMATION IMPARTING METHOD, MEDIUM RECORDED WITH
TEXTURE INFORMATION IMPARTING PROGRAM AND TEXTURE INFORMATION
IMPARTING DEVICE**

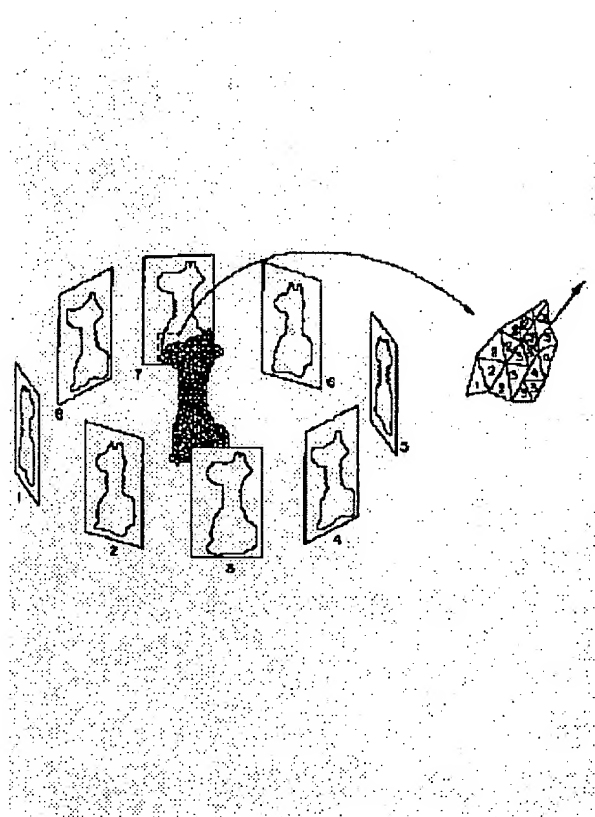
Patent number: JP11120372
Publication date: 1999-04-30
Inventor: MATSUMOTO YUKINORI
Applicant: SANYO ELECTRIC CO LTD
Classification:
- international: G06T15/00; G06T11/00
- european:
Application number: JP19970234829 19970829
Priority number(s):

[Report a data error here](#)

Abstract of JP11120372

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the method for imparting texture information having more reality to a three-dimensional stereoscopic model obtained by photographing a real object.

SOLUTION: The three-dimensional stereoscopic model is expressed by a polygon based on plural pieces of object image information obtained by picking up the actual object by rotating it by every optional angle. The texture information is imparted from the object image information in which the polygon has the largest projection area to respective polygons. In order to improve color continuity between the adjacent polygons, the object image information to be made to correspond to an attentional polygon and an adjacent polygon is selected so as to obtain the object image information approximate in photographing position and photographing direction.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-120372

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int. Cl.
G06T 15/00
11/00

識別記号

F I

G06F 15/72

450 A
350

審査請求 未請求 請求項の数48 O L (全30頁)

(21) 出願番号 特願平9-234829

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月29日

(31) 優先権主張番号 特願平8-248958

(32) 優先日 平8(1996) 8月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-209915

(32) 優先日 平9(1997) 7月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-217486

(32) 優先日 平9(1997) 8月12日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 松本 幸則

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

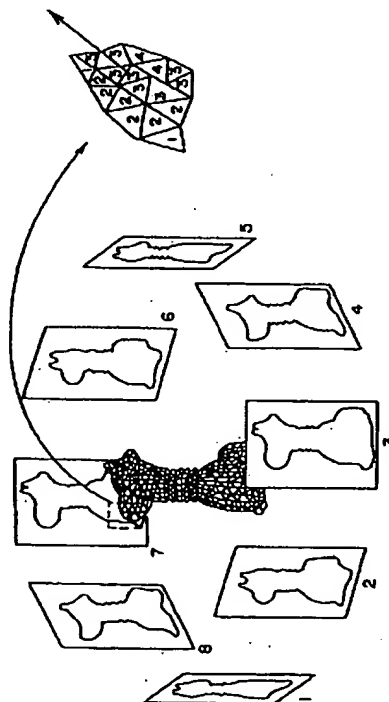
(74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外3名)

(54) 【発明の名称】 テクスチャ情報付与方法、テクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体およびテクスチャ情報付与装置

(57) 【要約】

【課題】 現実の物体を撮影することにより得られた3次元立体形状モデルに対して、より現実感のあるテクスチャ情報を付与する方法を提供する。

【解決手段】 現実の物体を、任意の角度ごとに回転させて撮影された複数の物体画像情報に基づいて、3次元立体形状モデルをポリゴンにより表現する。各ポリゴンに対しては、当該ポリゴンが最も大きな投影面積を有する物体画像情報からテクスチャ情報が付与される。隣接するポリゴン間の色彩連続性を向上させるために、注目するポリゴンと隣接するポリゴンとに対応付けられる物体画像情報は、撮影位置および撮影方向が近接した物体画像情報となるように選択される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 立体モデルに対するテクスチャ情報付与方法であって、

対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、

前記対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、前記立体モデルに対するテクスチャ情報を、前記立体形状構成要素ごとに、前記各物体画像情報の前記立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量に応じて付与するステップとを備える、テクスチャ情報付与方法。

【請求項 2】 前記テクスチャ情報量は、前記立体形状構成要素ごとに、前記各立体形状構成要素の面法線方向と、前記各物体画像情報を撮影した方向との一致の程度により表現される、請求項 1 記載のテクスチャ情報付与方法。

【請求項 3】 前記テクスチャ情報量は、前記立体形状構成要素ごとに、前記各物体画像情報に投影される前記立体形状構成要素の面積により表現される、請求項 1 記載のテクスチャ情報付与方法。

【請求項 4】 立体モデルに対するテクスチャ情報付与方法であって、

対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、

前記対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、前記立体モデルに対するテクスチャ情報を前記立体形状構成要素ごとに、前記各物体画像情報の前記立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量と前記立体形状構成要素間のテクスチャ連続性との双方に応じて付与するステップとを備える、テクスチャ情報付与方法。

【請求項 5】 前記テクスチャ情報を付与するステップにおいては、

前記テクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、前記立体形状構成要素間のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、前記立体形状構成要素ごとに対応付けられた前記物体画像情報から、前記立体モデルに対するテクスチャ情報を付与する、請求項 4 記載のテクスチャ情報付与方法。

【請求項 6】 前記評価関数においては、前記テクスチャ連続性は、注目する前記立体形状構成要素とそれに隣接する前記立体形状構成要素とにそれぞれ対応する前記物体画像情報の撮影位置および撮影方向の差の関数として表現される、請求項 5 記載のテクスチャ情報付与方法。

【請求項 7】 前記評価関数においては、前記テクスチャ連続性は、位置変化を伴って前記物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、注目する前記立体形状構成要素に割当てられたラベル番号と、前記注目する立

体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号との差の増加に伴い増加する関数として表現される、請求項 5 記載のテクスチャ情報付与方法。

【請求項 8】 前記評価関数においては、前記テクスチャ連続性は、規則的な位置変化を伴って前記物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報にラベル番号を与えたとき、注目する前記立体形状構成要素に割当てられたラベル番号と、前記注目する立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号との差の増加に伴い増加する関数として表現される、請求項 5 記載のテクスチャ情報付与方法。

【請求項 9】 前記評価関数においては、前記テクスチャ情報量は、前記立体形状構成要素ごとに、前記各物体画像情報に投影される前記立体形状構成要素の面積の関数として表現される、請求項 5 記載のテクスチャ情報付与方法。

【請求項 10】 前記評価関数においては、前記テクスチャ情報量は、前記立体形状構成要素ごとに、前記各立体形状構成要素の面法線方向と、前記各物体画像情報を投影した方向との一致の程度の関数として表現される、請求項 5 記載のテクスチャ情報付与方法。

【請求項 11】 前記評価関数は、
i 番目 (i : 自然数) の前記立体形状要素に割当てられたラベル番号と前記 i 番目の前記立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号との差の全立体形状構成要素についての総和と、前記 i 番目の立体形状構成要素に割当てられたラベル番号に対応する前記物体画像情報に投影される、前記 i 番目の立体形状構成要素の面積の全立体形状構成要素についての総和との線形結合で表現される、請求項 5 記載のテクスチャ情報付与方法。

【請求項 12】 立体モデルに対するテクスチャ情報付与方法であって、

対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、

位置変化を伴って複数の物体画像情報を投影した場合に前記各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、前記各立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、前記各立体形状構成要素とそれに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ割当てられるテクスチャ情報のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、前記立体形状構成要素ごとに前記ラベル番号を対応付けるステップと、

前記対応付けられたラベル番号に対応する物体画像情報と、前記対応付けられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報とに基づいて、前記各物体画像情報に投影される前記立体形状構成要素の面積に応じた重み平均処理を行なうことにより、前記立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与するステップとを備え

る、テクスチャ情報付与方法。

【請求項13】 立体モデルに対するテクスチャ情報付与方法であって、

対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、

規則的な位置変化を伴って複数の物体画像情報を投影した場合に前記各物体画像情報にラベル番号を与えたとき、前記各立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、前記各立体形状構成要素とそれに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ割当てられるテクスチャ情報のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、前記立体形状構成要素ごとに前記ラベル番号を対応付けるステップと、前記対応付けられたラベル番号に対応する物体画像情報と、前記対応付けられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報とに基づいて、前記各物体画像情報に投影される前記立体形状構成要素の面積に応じた重み平均処理を行なうことにより、前記立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与するステップとを備える、テクスチャ情報付与方法。

【請求項14】 立体モデルに対するテクスチャ情報付与方法であって、

対象物体を異なる視点から撮影することにより複数の物体画像情報を獲得するステップと、

前記対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、

前記立体形状構成要素ごとに、前記複数の物体画像情報のそれぞれに投影された前記立体形状構成要素に対応する面積に応じた、複数の前記物体画像情報についての重み平均処理を行なうことにより得られたテクスチャ情報を付与するステップとを備える、テクスチャ情報付与方法。

【請求項15】 コンピュータに立体モデルへのテクスチャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒体であって、

前記プログラムは、

対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、

前記対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、前記立体モデル

に対するテクスチャ情報を、前記立体形状構成要素ごとに、前記各物体画像情報の前記立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量に応じて付与するステップとを含む、テクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項16】 前記テクスチャ情報量は、

前記立体形状構成要素ごとに、前記各立体形状構成要素の面法線方向と、前記各物体画像情報を撮影した方向との一致の程度により表現される、請求項15記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項17】 前記テクスチャ情報量は、

前記立体形状構成要素ごとに、前記各物体画像情報に投影される前記立体形状構成要素の面積により表現される、請求項15記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項18】 コンピュータに立体モデルへのテクスチャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒体であって、

前記プログラムは、

対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、

前記対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、前記立体モデルに対するテクスチャ情報を前記立体形状構成要素ごとに、前記各物体画像情報の前記立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量と前記立体形状構成要素間のテクスチャ連続性との双方に応じて付与するステップとを含む、テクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項19】 前記テクスチャ情報を付与するステップにおいては、

前記テクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ前記立体形状構成要素間のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、前記立体形状構成要素ごとに対応付けられた前記物体画像情報から、前記立体モデルに対するテクスチャ情報を付与する、請求項18記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項20】 前記評価関数においては、

前記テクスチャ連続性は、注目する前記立体形状構成要素とそれに隣接する前記立体形状構成要素とにそれぞれ対応する前記物体画像情報の撮影位置および撮影方向の差の関数として表現される、請求項19記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項21】 前記評価関数においては、

前記テクスチャ連続性は、位置変化を伴って前記物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、注目する前記立体形状構成要素に割当てられたラベル番号と、前記注目する立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号の差の増加に伴い増加する関数として表現される、請求項19記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項22】 前記評価関数においては、

前記テクスチャ連続性は、規則的な位置変化を伴って前記物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報にラベル番号を与えたとき、注目する前記立体形状構成要素に割当てられたラベル番号と、前記注目する立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号の差の増加に伴い増加する関数として表現される、請求項19記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録

した媒体。

【請求項23】 前記評価関数においては、
 テクスチャ情報量は、前記立体形状構成要素ごとに、前
 記各物体画像情報に投影される前記立体形状構成要素の
 面積の関数として表現される、請求項19記載のテクス
 チャ情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項24】 前記評価関数においては、
 前記テクスチャ情報量は、
 前記立体形状構成要素ごとに、前記各立体形状構成要素
 の面法線方向と、前記各物体画像情報を撮影した方向と
 の一致の程度の関数として表現される、請求項19記載 10
 のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項25】 前記評価関数は、
 i 番目 (i: 自然数) の前記立体形状構成要素に割当て
 られたラベル番号と前記 i 番目の立体形状構成要素に隣
 接する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号との
 差の全立体形状構成要素についての総和と、前記 i 番目
 の立体形状構成要素に割当てられたラベル番号に対応す
 る前記物体画像情報に投影される、前記 i 番目の立体形
 状構成要素の面積の全立体形状構成要素についての総和
 との線形結合で表現される、請求項19記載のテクスチャ 20
 情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項26】 コンピュータに立体モデルへのテクス
 チャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒
 体であって、

前記プログラムは、

対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による
 立体モデルとして記述するステップと、

位置変化を伴って複数の物体画像情報を撮影した場合に
 前記各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を
 与えたとき、前記各立体形状構成要素に対するテクスチャ 30
 情報量の増加に伴い減少し、かつ、前記各立体形状構成
 要素とそれに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ
 割当てられるテクスチャ情報のテクスチャ連続性の向上
 に伴い減少する評価関数を極小化するように、前記立体
 形状構成要素ごとに前記ラベル番号を対応付けるステッ
 プと、

前記対応付けられたラベル番号に対応する物体画像情報
 と、前記対応付けられたラベル番号を含む所定数のラベ
 ル番号に対応する物体画像情報とに基づいて、前記各物
 体画像情報に投影される前記立体形状構成要素の面積に
 応じた重み平均処理を行なうことにより、前記立体形状
 構成要素にテクスチャ情報を付与するステップとを含
 む、テクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項27】 コンピュータに立体モデルへのテクス
 チャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒
 体であって、

前記プログラムは、

対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による
 立体モデルとして記述するステップと、
 規則的な位置変化を伴って複数の物体画像情報を撮影し 50

た場合に前記各物体画像情報にラベル番号を与えたとき、
 前記各立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量の
 増加に伴い減少し、かつ、前記各立体形状構成要素と
 それに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ割当てら
 れるテクスチャ情報のテクスチャ連続性の向上に伴い減
 少する評価関数を極小化するように、前記立体形状構成
 要素ごとに前記ラベル番号を対応付けるステップと、

前記対応付けられたラベル番号に対応する物体画像情報
 と、前記対応付けられたラベル番号を含む所定数のラベ
 ル番号に対応する物体画像情報とに基づいて、前記各物
 体画像情報に投影される前記立体形状構成要素の面積に
 応じた重み平均処理を行なうことにより、前記立体形状
 構成要素にテクスチャ情報を付与するステップとを含
 む、テクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項28】 コンピュータに立体モデルへのテクス
 チャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒
 体であって、

前記プログラムは、

対象物体を異なる視点から撮影することにより複数の物
 体画像情報を獲得するステップと、

前記対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合に
 よる立体モデルとして記述するステップと、

前記立体形状構成要素ごとに、前記複数の物体画像情報
 のそれぞれに投影された前記立体形状構成要素に対応す
 る面積に応じた、複数の前記物体画像情報についての重
 み平均処理を行なうことにより得られたテクスチャ情報
 を付与するステップとを含む、テクスチャ情報付与プロ
 グラムを記録した媒体。

【請求項29】 立体モデルに対するテクスチャ情報付
 与装置であって、

対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による
 立体モデルとして記述する手段と、

前記対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得
 された複数の物体画像情報に基づいて、前記立体モデル
 に対するテクスチャ情報を、前記立体形状構成要素ごと
 に、前記各物体画像情報の前記立体形状構成要素に対す
 るテクスチャ情報量に応じて付与する手段とを備える、
 テクスチャ情報付与装置。

【請求項30】 前記テクスチャ情報量は、

前記立体形状構成要素ごとに、前記各立体形状構成要素
 の面法線方向と、前記各物体画像情報を撮影した方向と
 の一致の程度により表現される、請求項29記載のテク
 スチャ情報付与装置。

【請求項31】 前記テクスチャ情報量は、

前記立体形状構成要素ごとに、前記各物体画像情報に投
 影される前記立体形状構成要素の面積により表現され
 る、請求項29記載のテクスチャ情報付与装置。

【請求項32】 立体モデルに対するテクスチャ情報付
 与装置であって、

対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による

立体モデルとして記述する手段と、
前記対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、前記立体モデルに対するテクスチャ情報を前記立体形状構成要素ごとに、前記各物体画像情報の前記立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量と前記立体形状構成要素間のテクスチャ連続性との双方に応じて付与する手段とを備える、テクスチャ情報付与装置。

【請求項33】 前記テクスチャ情報を付与する手段においては、

前記テクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、前記立体形状構成要素間のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、前記立体形状構成要素ごとに対応付けられた前記物体画像情報から、前記立体モデルに対するテクスチャ情報を付与する、請求項32記載のテクスチャ情報付与装置。

【請求項34】 前記評価関数においては、

前記テクスチャ連続性は、注目する前記立体形状構成要素とそれに隣接する前記立体形状構成要素とにそれぞれ対応する前記物体画像情報の撮影位置および撮影方向の差の関数として表現される、請求項33記載のテクスチャ情報付与装置。

【請求項35】 前記評価関数においては、

前記テクスチャ連続性は、位置変化を伴って前記物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、注目する前記立体形状構成要素に割当てられたラベル番号と、前記注目する立体形状構成要素に隣接する前記立体形状構成要素に割当てられたラベル番号との差の増加に伴い増加する関数として表現される、請求項33記載のテクスチャ情報付与装置。

【請求項36】 前記評価関数においては、

前記テクスチャ連続性は、規則的な位置変化を伴って前記物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報にラベル番号を与えたとき、注目する前記立体形状構成要素に割当てられたラベル番号と、前記注目する立体形状構成要素に隣接する前記立体形状構成要素に割当てられたラベル番号との差の増加に伴い増加する関数として表現される、請求項33記載のテクスチャ情報付与装置。

【請求項37】 前記評価関数においては、

前記テクスチャ情報量は、前記立体形状構成要素ごとに、前記各物体画像情報に投影される前記立体形状構成要素の面積の関数として表現される、請求項33記載のテクスチャ情報付与装置。

【請求項38】 前記評価関数においては、

前記テクスチャ情報量は、前記立体形状構成要素ごとに、前記各立体形状構成要素の面法線方向と、前記各物体画像情報を撮影した方向との一致の程度の関数として表現される、請求項33記載のテクスチャ情報付与装置。

【請求項39】 前記評価関数は、

i番目(i:自然数)の立体形状構成要素に割当てられたラベル番号と前記i番目の前記立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号との差の全立体形状構成要素についての総和と、前記i番目の立体形状構成要素に割当てられたラベル番号に対応する前記物体画像情報に投影される、前記i番目の立体形状構成要素の面積の全立体形状構成要素についての総和との線形結合で表現される、請求項33記載のテクスチャ情報付与装置。

【請求項40】 立体モデルに対するテクスチャ情報付与装置であって、

対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述する手段と、

位置変化を伴って複数の物体画像情報を撮影した場合に前記各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、前記各立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、前記各立体形状構成要素とそれに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ割当てられるテクスチャ情報のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、前記立体形状構成要素ごとに前記ラベル番号を対応付ける手段と、

前記対応付けられたラベル番号に対応する物体画像情報と、前記対応付けられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報とに基づいて、前記各物体画像情報に投影される前記立体形状構成要素の面積に応じた重み平均処理を行なうことにより、前記立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与する手段とを備える、テクスチャ情報付与装置。

【請求項41】 立体モデルに対するテクスチャ情報付与装置であって、

対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述する手段と、

規則的な位置変化を伴って複数の物体画像情報を撮影した場合に前記各物体画像情報にラベル番号を与えたとき、前記各立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、前記各立体形状構成要素とそれに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ割当てられるテクスチャ情報のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、前記立体形状構成要素ごとに前記ラベル番号を対応付ける手段と、

前記対応付けられたラベル番号に対応する物体画像情報と、前記対応付けられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報とに基づいて、前記各物体画像情報に投影される前記立体形状構成要素の面積に応じた重み平均処理を行なうことにより、前記立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与する手段とを備える、テクスチャ情報付与装置。

【請求項42】 立体モデルに対するテクスチャ情報付

与装置であって、

対象物体を異なる視点から撮影することにより複数の物体画像情報を獲得する手段と、

前記対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述する手段と、

前記立体形状構成要素ごとに、前記複数の物体画像情報のそれぞれに投影された前記立体形状構成要素に対応する面積に応じた、複数の前記物体画像情報についての重み平均処理を行なうことにより得られたテクスチャ情報を付与する手段とを備える、テクスチャ情報付与装置。

【請求項43】 立体モデルとして記述される対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、前記立体モデルのテクスチャ情報を取得するテクスチャ情報付与方法であって、前記立体モデルの面方向を検出するステップと、前記検出された面方向と前記撮影した視点の位置とに応じて、前記複数の物体画像情報からテクスチャ情報を作成するステップとを備える、テクスチャ情報付与方法。

【請求項44】 立体モデルとして記述される対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、前記立体モデルのテクスチャ情報を取得するテクスチャ情報付与方法であって、前記立体モデルは、ポリゴン（多角形平面）の集合により表現され、

前記ポリゴンごとの面方向を検出するステップと、前記検出された面方向と前記撮影した視点の位置とに応じて、前記ポリゴンごとに、前記複数の物体画像情報からテクスチャ情報を作成するステップとを備える、テクスチャ情報付与方法。

【請求項45】 コンピュータに立体モデルへのテクスチャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒体であって、

前記プログラムは、

対象物体の形状を立体モデルとして記述するステップと、

前記立体モデルの面方向を検出するステップと、

前記対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、前記検出された面方向と前記撮影した視点の位置とに応じて、前記複数の物体画像情報から前記立体モデルのテクスチャ情報を作成するステップとを含む、テクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項46】 コンピュータに立体モデルへのテクスチャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒体であって、

前記プログラムは、

対象物体の形状をポリゴン（多角形平面）の集合による立体モデルとして記述するステップと、

前記ポリゴンごとの面方向を検出するステップと、

前記対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得

された複数の物体画像情報に基づいて、前記検出された面方向と前記撮影した視点の位置とに応じて前記ポリゴンごとに、前記複数の物体画像情報から前記立体モデルのテクスチャ情報を作成するステップとを含む、テクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体。

【請求項47】 立体モデルとして記述される対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、前記立体モデルのテクスチャ情報を取得するテクスチャ情報付与装置であって、前記立体モデルの面方向を検出する手段と、

前記検出された面方向と前記撮影した視点の位置とに応じて、前記複数の物体画像情報からテクスチャ情報を作成する手段とを備える、テクスチャ情報付与装置。

【請求項48】 立体モデルとして記述される対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、前記立体モデルのテクスチャ情報を取得するテクスチャ情報付与装置であって、前記立体モデルをポリゴン（多角形平面）の集合により表現する手段と、

前記ポリゴンごとの面方向を検出する手段と、

前記検出された面方向と前記撮影した視点の位置とに応じて、前記ポリゴンごとに、前記複数の物体画像情報からテクスチャ情報を作成する手段とを備える、テクスチャ情報付与装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、実在する物体を撮影して得た画像情報をもとに、計算機内に3次元モデルとして再構成された物体に、テクスチャ情報を付与するためのテクスチャ情報付与方法およびテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体ならびにテクスチャ情報付与装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 コンピュータグラフィックス等の発達により、3次元グラフィックスの実用的なシステムの開発が盛んに行なわれている。しかしながら、このような実用化システムの普及に伴い顕在化した問題の1つに、形状データの入力方法がある。すなわち、自由曲面を有する物体や、自然界に存在する多くの物体等の複雑な3次元形状を計算機等に入力するのは極めて煩雑で困難な作業となっている。

【0003】 さらに、計算機内等で物体を再構成した場合に、単に物体形状を再構成しただけでは、よりリアルな物体表面の質感等を表現することは困難である。

【0004】 したがって、現実の物体を撮影することにより得た画像情報をもとに、計算機内で形状情報および色彩／質感情報等を再構成することができれば、3次元画像情報の取扱いを簡易に行なうことが可能となる。

【0005】 一方、たとえばインターネット等における3次元画像通信においては、情報発信者たる一般ユーザ

によって3次元画像を生成する機会が増加する。したがって、簡便かつコンパクトな装置構成で、3次元画像を生成することも必要になる。

【0006】特開平5-135155号公報には、普通の照明条件下で、回転テーブルにある対象物体の連続シルエット画像から3次元モデルを構成することができる3次元モデル構成装置が開示されている。

【0007】この3次元モデル構成装置は、回転台で回転する対象物体をカメラで連続的に撮像し、画像処理コンピュータによって撮像した画像から対象物体のシルエット画像の抽出を行なう。このシルエット画像において、シルエット画像の輪郭から垂直回転軸までの水平距離を計測し、この水平距離と回転角度とに基づいて3次元モデルが生成される。

【0008】すなわち、連続的に撮像されたシルエット画像から、対象物体の輪郭を抽出し、3次元モデルとして表示される。

【0009】図20は、以上のようにして生成された3次元モデルに対して、カメラにより連続的に撮像された画像情報に基づいて、テクスチャ情報を張付ける方法を示す概念図である。

【0010】上記特開平5-135155号公報においては、対象物体を連続的に回転して、対象物体を撮像する、言換えると、人間の3次元モデルに対する形状認識の分解能程度で画像情報を得る場合が説明されている。より具体的には、たとえば回転角が1°ごとに画像を撮像し、対象物体に対して、360枚の画像を得る場合が説明されている。

【0011】以下では、説明を簡単にするために、より粗い角度ごとに、画像を撮像した場合について説明するが、その本質は同等である。

【0012】図20に示すように、対象物体を、一定の角度ずつ回転させながら、合計n枚の画像を撮像した場合を考える。この場合、各画像情報には、ラベル番号として、1, 2, ..., nが対応しているものとする。

【0013】対象物体は、ポリゴン（三角パッチ）を用いた表面モデル300で表現されているものとする。この場合、この表面モデル300に対してテクスチャ情報を付与する場合、三角パッチの各々に対して、対象物体を撮像したカメラの方向に応じて、対応するラベル番号の画像情報の色彩情報（テクスチャ情報）を付与する。

【0014】より詳しく説明すると、表面モデル300における回転軸から、注目する三角パッチに向かうベクトルを考えた場合、このベクトルと撮影方向ベクトルとの方向が最も一致するような画像から、この三角パッチに対するテクスチャ情報を獲得するという方法である。あるいは、より直感的に説明すれば、表面モデルに地球儀のような経線を仮定し、 $0^\circ \sim 1 \times 360/n^\circ$ の範囲の三角パッチについては1番の画像情報から、 $1 \times 360/n^\circ \sim 2 \times 360/n^\circ$ の範囲の三角パッチにつ

いては2番の画像情報から、というようにテクスチャ情報を獲得するという方法である。以下では、このようなテクスチャ情報の獲得方法を中心投射方式と呼ぶことにする。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したような中心投射方式では、各三角パッチあるいはこれに相当する表面モデルを構成する構成要素（以下、立体形状構成要素と呼ぶ）に対して、1対1に画像情報を対応させることが可能で、かつ、この対応関係の決定が容易であるという利点がある。

【0016】しかしながら、中心投射方式では、回転軸から見た場合、同一の回転角範囲内に存在しない立体形状構成要素に対しては、異なる画像情報（ラベル番号の異なる画像情報）からテクスチャ情報が付与されるため、照明等の関係により微妙に色彩情報の光沢や質感が異なる場合そのテクスチャに継ぎ目が目立つという欠点がある。

【0017】また、対象物体の形状によっては、ある撮像方向から得た画像情報では、対応する立体形状構成要素が見通せないために、対応する画像情報中に、その立体形状構成要素に対応するテクスチャ情報が全く含まれないという場合が生じる。

【0018】図21は、このような場合を説明するための概念図である。すなわち、図21においては、対象物体の回転軸を含む垂直平面における、回転軸、対象物体断面およびカメラ内に射影される物体像の関係を示す。対象物体の形状が、図21に示すような場合、すなわち、カメラ側から見通すことができない部分を含んでいる場合は、この角度方向から撮像した画像情報には、この見通せない部分のテクスチャ情報が存在しないことになる。ところが、たとえばこの撮像方向と一定の角度を有する別の撮像方向からは、この見通せなかった部分のテクスチャ情報を獲得することが可能である。

【0019】この発明は、以上のような問題点を解決するためになされたもので、その目的は、実在する物体を撮像した画像情報に基づいて、計算機内等において3次元モデルとして再構成する場合、対象物体の形状にかかわらず、3次元モデルを構成する立体形状構成要素の各々にテクスチャ情報を付与することか可能なテクスチャ情報付与方法およびテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体ならびにテクスチャ情報付与装置を提供することである。

【0020】この発明の他の目的は、3次元モデルとして再構成された物体に対し、現実には撮像された画像情報に基づいてテクスチャ情報を付与する際に、撮像された画像情報からより現実の物体の有するテクスチャに近いテクスチャ情報を付与することが可能なテクスチャ情報付与方法およびテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体ならびにテクスチャ情報付与装置を提供すること

である。

【0021】この発明のさらに他の目的は、3次元立体モデルとして再構成された物体に対し、現実の物体を撮像して得られた画像情報をもとにテクスチャ情報を付与する際に、3次元立体モデルを構成する立体形状構成要素の各々に付与されるテクスチャの不連続性（縦ぎ目）が目立ちにくいテクスチャ情報付与方法およびテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体ならびにテクスチャ情報付与装置を提供することである。

【0022】

【課題を解決するための手段】請求項1記載のテクスチャ情報付与方法は、立体モデルに対するテクスチャ情報付与方法であって、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、立体モデルに対するテクスチャ情報を、立体形状構成要素ごとに、各物体画像情報の立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量に応じて付与するステップとを備える。

【0023】請求項2記載のテクスチャ情報付与方法は、請求項1記載のテクスチャ情報付与方法において、テクスチャ情報量は、立体形状構成要素ごとに、各立体形状構成要素の面法線方向と、各物体画像情報を撮影した方向との一致の程度により表現される。

【0024】請求項3記載のテクスチャ情報付与方法は、請求項1記載のテクスチャ情報付与方法において、テクスチャ情報量は、立体形状構成要素ごとに、各物体画像情報に投影される立体形状構成要素の面積により表現される。

【0025】請求項4記載のテクスチャ情報付与方法は、立体モデルに対するテクスチャ情報付与方法であって、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、立体モデルに対するテクスチャ情報を立体形状構成要素ごとに、各物体画像情報の立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量と立体形状構成要素間のテクスチャ連続性との双方に応じて付与するステップとを備える。

【0026】請求項5記載のテクスチャ情報付与方法は、請求項4記載のテクスチャ情報付与方法の構成において、テクスチャ情報を付与するステップにおいては、テクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、立体形状構成要素間のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、立体形状構成要素ごとに対応付けられた物体画像情報から、立体モデルに対するテクスチャ情報を付与する。

【0027】請求項6記載のテクスチャ情報付与方法は、請求項5記載のテクスチャ情報付与方法の構成において、評価関数においては、テクスチャ連続性は、注目

する立体形状構成要素とそれに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ対応する物体画像情報の撮影位置および撮影方向の差の関数として表現される。

【0028】請求項7記載のテクスチャ情報付与方法は、請求項5記載のテクスチャ情報付与方法の構成において、評価関数においては、テクスチャ連続性は、位置変化を伴って物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、注目する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号と、注目する立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号との差の増加に伴い増加する関数として表現される。

【0029】請求項8記載のテクスチャ情報付与方法は、請求項5記載のテクスチャ情報付与方法の構成において、評価関数においては、テクスチャ連続性は、規則的な位置変化を伴って物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、注目する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号と、注目する立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号との差の増加に伴い増加する関数として表現される。

【0030】請求項9記載のテクスチャ情報付与方法は、請求項5記載のテクスチャ情報付与方法の構成において、評価関数においては、テクスチャ情報量は、立体形状構成要素ごとに、各物体画像情報に投影される立体形状構成要素の面積の関数として表現される。

【0031】請求項10記載のテクスチャ情報付与方法は、請求項5記載のテクスチャ情報付与方法の構成において、評価関数においては、テクスチャ情報量は、立体形状構成要素ごとに、各立体形状構成要素の面法線方向と、各物体画像情報を撮影した方向との一致の程度の関数として表現される。

【0032】請求項11記載のテクスチャ情報付与方法は、請求項5記載のテクスチャ情報付与方法の構成において、評価関数は、 i 番目（ i :自然数）の立体形状要素に割当てられたラベル番号と i 番目の立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号との差の全立体形状構成要素についての総和と、 i 番目の立体形状構成要素に割当てられたラベル番号に対応する物体画像情報に投影される、 i 番目の立体形状構成要素の面積の全立体形状構成要素についての総和との線形結合で表現される。

【0033】請求項12記載のテクスチャ情報付与方法は、立体モデルに対するテクスチャ情報付与方法であって、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、位置変化を伴って複数の物体画像情報を投影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、各立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、各立体形状構成要素とそれに隣接する

立体形状構成要素とにそれぞれ割当てられるテクスチャ情報のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、立体形状構成要素ごとにラベル番号を対応付けるステップと、対応付けられたラベル番号に対応する物体画像情報と、対応付けられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報とに基づいて、各物体画像情報に投影される立体形状構成要素の面積に応じた重み平均処理を行なうことにより、立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与するステップとを備える。

【0034】上記最後のステップでは、上記立体形状構成要素について、立体形状構成要素に対応づけられたラベル番号に対応する物体画像情報、および上記対応づけられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報に投影された面積を求め、これを下記重み平均処理を行なう際の重み係数とする。そして、上記立体形状構成要素のテクスチャ情報として、上記立体形状構成要素が上記物体画像情報に投影される部位を求め、この投影部の画像情報（色、濃度あるいは輝度）を重み平均処理することで上記テクスチャ情報とする。

【0035】請求項13記載のテクスチャ情報付与方法は、立体モデルに対するテクスチャ情報付与方法であって、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、規則的な位置変化を伴って複数の物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、各立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、各立体形状構成要素とそれに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ割当てられるテクスチャ情報のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、立体形状構成要素ごとにラベル番号を対応付けるステップと、対応付けられたラベル番号に対応する物体画像情報と、対応付けられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報とに基づいて、各物体画像情報に投影される立体形状構成要素の面積に応じた重み平均処理を行なうことにより、立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与するステップとを備える。

【0036】上記最後のステップでは、上記立体形状構成要素について、立体形状構成要素に対応づけられたラベル番号に対応する物体画像情報、および上記対応づけられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報に投影された面積を求め、これを下記重み平均処理を行なう際の重み係数とする。そして、上記立体形状構成要素のテクスチャ情報として、上記立体形状構成要素が上記物体画像情報に投影される部位を求め、この投影部の画像情報（色、濃度あるいは輝度）を重み平均処理することで上記テクスチャ情報とする。

【0037】請求項14記載のテクスチャ情報付与方法は、立体モデルに対するテクスチャ情報付与方法であっ

て、対象物体を異なる視点から撮影することにより複数の物体画像情報を獲得するステップと、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、立体形状構成要素ごとに、複数の物体画像情報のそれぞれに投影された立体形状構成要素に対応する面積に応じた、すべての物体画像情報についての重み平均処理を行なうことにより得られたテクスチャ情報を付与するステップとを備える。

【0038】上記最後のステップでは、上記立体形状構成要素の各々について、物体画像情報に投影された面積を求め、これを下記重み平均処理を行なう際の重み係数とする。そして、上記立体形状構成要素のテクスチャ情報として、上記立体形状構成要素が上記物体画像情報に投影される部位を求め、この投影部の画像情報（色、濃度あるいは輝度）を重み平均処理することで上記テクスチャ情報とする。

【0039】請求項15記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体は、コンピュータに立体モデルへのテクスチャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒体であって、プログラムは、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、立体モデルに対するテクスチャ情報を、立体形状構成要素ごとに、各物体画像情報の立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量に応じて付与するステップとを含む。

【0040】請求項16記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体は、請求項15記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体において、テクスチャ情報量は、立体形状構成要素ごとに、各立体形状構成要素の面法線方向と、各物体画像情報を撮影した方向との一致の程度により表現される。

【0041】請求項17記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体は、請求項15記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体において、テクスチャ情報量は、立体形状構成要素ごとに、各物体画像情報に投影される立体形状構成要素の面積により表現される。

【0042】請求項18記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体は、コンピュータに立体モデルへのテクスチャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒体であって、プログラムは、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、立体モデルに対するテクスチャ情報を立体形状構成要素ごとに、各物体画像情報の立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量と立体形状構成要素間のテクスチャ連続性ととの双方に応じて付与するステップとを含む。

【0043】請求項19記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体は、請求項18記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体の構成において、テクスチャ情報を付与するステップにおいては、テクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ立体形状構成要素間のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、立体形状構成要素ごとに対応付けられた物体画像情報から、立体モデルに対するテクスチャ情報を付与する。

【0044】請求項20記載のテクスチャ情報付与プログラムを記憶した媒体は、請求項19記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体の構成において、評価関数においては、テクスチャ連続性は、注目する立体形状構成要素とそれに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ対応する物体画像情報の撮影位置および撮影方向の差の関数として表現される。

【0045】請求項21記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体は、請求項19記載の情報付与プログラムを記録した媒体の構成において、上記評価関数においては、上記テクスチャ連続性は、位置変化を伴って上記物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、注目する上記立体形状構成要素に割り当てられたラベル番号と、上記注目する立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割り当てられたラベル番号の差の増加に伴い増加する関数として表現される。

【0046】請求項22記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体は、請求項19記載の情報付与プログラムを記録した媒体の構成において、評価関数においては、テクスチャ連続性は、規則的な位置変化を伴って物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、注目する立体形状構成要素に割り当てられたラベル番号と、注目する立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割り当てられたラベル番号の差の増加に伴い増加する関数として表現される。

【0047】請求項23記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体は、請求項19記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体の構成において、評価関数においては、テクスチャ情報量は、立体形状構成要素ごとに、各物体画像情報に投影される立体形状構成要素の面積の関数として表現される。

【0048】請求項24記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体は、請求項19記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体の構成において、評価関数においては、テクスチャ情報量は、立体形状構成要素ごとに、各立体形状構成要素の面法線方向と、各物体画像情報を撮影した方向との一致の程度の関数として表現される。

【0049】請求項25記載のテクスチャ情報付与プロ

グラムを記憶した媒体は、請求項17記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体の構成において、評価関数は、 i 番目 (i : 自然数) の立体形状構成要素に割り当てられたラベル番号と i 番目の立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割り当てられたラベル番号との差の全立体形状構成要素についての総和と、 i 番目の立体形状構成要素に割り当てられたラベル番号に対応する物体画像情報に投影される、 i 番目の立体形状構成要素の面積の全立体形状構成要素についての総和との線形結合で表現される。

【0050】請求項26記載のテクスチャ情報付与プログラムを記憶した媒体は、コンピュータに立体モデルへのテクスチャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒体であって、プログラムは、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、位置変化を伴って複数の物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、各立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、各立体形状構成要素とそれに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ割り当てられるテクスチャ情報のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、立体形状構成要素ごとにラベル番号を対応付けるステップと、対応付けられたラベル番号に対応する物体画像情報と、対応付けられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報とに基づいて、各物体画像情報に投影される立体形状構成要素の面積に応じた重み平均処理を行なうことにより、立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与するステップとを含む。

【0051】上記最後のステップでは、上記立体形状構成要素について、立体形状構成要素に対応づけられたラベル番号に対応する物体画像情報、および上記対応づけられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報に投影された面積を求め、これの下記重み平均処理を行なう際の重み係数とする。そして、上記立体形状構成要素のテクスチャ情報として、上記立体形状構成要素が上記物体画像情報に投影される部位を求め、この投影部の画像情報 (色、濃度あるいは輝度) を重み平均処理することで上記テクスチャ情報とする。

【0052】請求項27記載のテクスチャ情報付与プログラムを記憶した媒体は、コンピュータに立体モデルへのテクスチャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒体であって、プログラムは、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、規則的な位置変化を伴って複数の物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、各立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、各立体形状構成要素とそれに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ割り当てられるテクスチャ情報のテクス

チャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、立体形状構成要素ごとにラベル番号を対応付けるステップと、対応付けられたラベル番号に対応する物体画像情報と、対応付けられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報とに基づいて、各物体画像情報に投影される立体形状構成要素の面積に応じた重み平均処理を行なうことにより、立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与するステップとを含む。

【0053】上記最後のステップでは、上記立体形状構成要素について、立体形状構成要素に対応づけられたラベル番号に対応する物体画像情報、および上記対応づけられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報に投影された面積を求め、これを下記重み平均処理を行なう際の重み係数とする。そして、上記立体形状構成要素のテクスチャ情報として、上記立体形状構成要素が上記物体画像情報に投影される部位を求め、この投影部の画像情報（色、濃度あるいは輝度）を重み平均処理することで上記テクスチャ情報とする。

【0054】請求項28記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体は、コンピュータに立体モデルへのテクスチャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒体であって、プログラムは、対象物体を異なる視点から撮影することにより複数の物体画像情報を獲得するステップと、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述するステップと、立体形状構成要素ごとに、複数の物体画像情報のそれぞれに投影された立体形状構成要素に対応する面積に応じた、すべての物体画像情報についての重み平均処理を行なうことにより得られたテクスチャ情報を付与するステップとを含む。

【0055】上記最後のステップでは、上記立体形状構成要素の各々について、物体画像情報に投影された面積を求め、これを下記重み平均処理を行なう際の重み係数とする。そして、上記立体形状構成要素のテクスチャ情報として、上記立体形状構成要素が上記物体画像情報に投影される部位を求め、この投影部の画像情報（色、濃度あるいは輝度）を重み平均処理することで上記テクスチャ情報とする。

【0056】請求項29記載のテクスチャ情報付与装置は、立体モデルに対するテクスチャ情報付与装置であって、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述する手段と、対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、立体モデルに対するテクスチャ情報を、立体形状構成要素ごとに、各物体画像情報の立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量に応じて付与する手段とを備える。

【0057】請求項30記載のテクスチャ情報付与装置は、請求項29記載のテクスチャ情報付与装置の構成において、テクスチャ情報量は、立体形状構成要素ごと

に、各立体形状構成要素の面法線方向と、各物体画像情報を撮影した方向との一致の程度により表現される。

【0058】請求項31記載のテクスチャ情報付与装置は、請求項29記載のテクスチャ情報付与装置の構成において、テクスチャ情報量は、立体形状構成要素ごとに、各物体画像情報に投影され立体形状構成要素の面積により表現される。

【0059】請求項32記載のテクスチャ情報付与装置は、立体モデルに対するテクスチャ情報付与装置であって、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述する手段と、対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、立体モデルに対するテクスチャ情報を立体形状構成要素ごとに、各物体画像情報の立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量と立体形状構成要素間のテクスチャ連続性との双方に応じて付与する手段とを備える。

【0060】請求項33記載のテクスチャ情報付与装置は、請求項32記載のテクスチャ情報付与装置の構成において、テクスチャ情報を付与する手段においては、テクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、立体形状構成要素間のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、立体形状構成要素ごとに対応付けられた物体画像情報から、立体モデルに対するテクスチャ情報を付与する。

【0061】請求項34記載のテクスチャ情報付与装置は、請求項33記載のテクスチャ情報付与装置の構成において、評価関数においては、テクスチャ連続性は、注目する立体形状構成要素とそれに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ対応する物体画像情報の撮影位置および撮影方向の差の関数として表現される。

【0062】請求項35記載のテクスチャ情報付与装置は、請求項33記載のテクスチャ情報付与装置の構成において、評価関数においては、テクスチャ連続性は、位置変化を伴って物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、注目する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号と、注目する立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号との差の増加に伴い増加する関数として表現される。

【0063】請求項36記載のテクスチャ情報付与装置は、請求項33記載のテクスチャ情報付与装置の構成において、評価関数においては、テクスチャ連続性は、規則的な位置変化を伴って物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、注目する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号と、注目する立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号との差の増加に伴い増加する関数として表現される。

【0064】請求項37記載のテクスチャ情報付与装置

は、請求項 33 記載のテクスチャ情報付与装置の構成において、評価関数においては、テクスチャ情報量は、立体形状構成要素ごとに、各物体画像情報に投影される立体形状構成要素の面積の関数として表現される。

【0065】請求項 38 記載のテクスチャ情報付与装置は、請求項 33 記載のテクスチャ情報付与装置の構成において、評価関数においては、テクスチャ情報量は、立体形状構成要素ごとに、各立体形状構成要素の面法線方向と、各物体画像情報を撮影した方向との一致の程度の関数として表現される。

【0066】請求項 39 記載のテクスチャ情報付与装置は、請求項 33 記載のテクスチャ情報付与装置の構成において、評価関数は、 i 番目 (i : 自然数) の立体形状構成要素に割当てられたラベル番号と i 番目の立体形状構成要素に隣接する立体形状構成要素に割当てられたラベル番号との差の全立体形状構成要素についての総和と、 i 番目の立体形状構成要素に割当てられたラベル番号に対応する物体画像情報に投影される、 i 番目の立体形状構成要素の面積の全立体形状構成要素についての総和との線形結合で表現される。

【0067】請求項 40 記載のテクスチャ情報付与装置は、立体モデルに対するテクスチャ情報付与装置であって、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述する手段と、位置変化を伴って複数の物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、各立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、各立体形状構成要素とそれに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ割当てられるテクスチャ情報のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、立体形状構成要素ごとにラベル番号を対応付ける手段と、対応付けられたラベル番号に対応する物体画像情報と、対応付けられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報とに基づいて、各物体画像情報に投影される立体形状構成要素の面積に応じた重み平均処理を行なうことにより、立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与する手段とを備える。

【0068】上記立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与する手段では、上記立体形状構成要素について、立体形状構成要素に対応づけられたラベル番号に対応する物体画像情報、および上記対応づけられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報に投影された面積を求め、これを下記重み平均処理を行なう際の重み係数とする。そして、上記立体形状構成要素のテクスチャ情報として、上記立体形状構成要素が上記物体画像情報に投影される部位を求め、この投影部の画像情報 (色、濃度あるいは輝度) を重み平均処理することで上記テクスチャ情報とする。

【0069】請求項 41 記載のテクスチャ情報付与装置は、立体モデルに対するテクスチャ情報付与装置であつ

て、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述する手段と、規則的な位置変化を伴って複数の物体画像情報を撮影した場合に各物体画像情報に位置変化に対応したラベル番号を与えたとき、各立体形状構成要素に対するテクスチャ情報量の増加に伴い減少し、かつ、各立体形状構成要素とそれに隣接する立体形状構成要素とにそれぞれ割当てられるテクスチャ情報のテクスチャ連続性の向上に伴い減少する評価関数を極小化するように、立体形状構成要素ごとにラベル番号を対応付ける手段と、対応付けられたラベル番号に対応する物体画像情報と、対応付けられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報とに基づいて、各物体画像情報に投影される立体形状構成要素の面積に応じた重み平均処理を行なうことにより、立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与する手段とを備える。

【0070】上記立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与する手段では、上記立体形状構成要素について、立体形状構成要素に対応づけられたラベル番号に対応する物体画像情報、および上記対応づけられたラベル番号を含む所定数のラベル番号に対応する物体画像情報に投影された面積を求め、これを下記重み平均処理を行なう際の重み係数とする。そして、上記立体形状構成要素のテクスチャ情報として、上記立体形状構成要素が上記物体画像情報に投影される部位を求め、この投影部の画像情報 (色、濃度あるいは輝度) を重み平均処理することで上記テクスチャ情報とする。

【0071】請求項 42 記載のテクスチャ情報付与装置は、立体モデルに対するテクスチャ情報付与装置であって、対象物体を異なる視点から撮影することにより複数の物体画像情報を獲得する手段と、対象物体の形状を複数の立体形状構成要素の集合による立体モデルとして記述する手段と、立体形状構成要素ごとに、複数の物体画像情報のそれぞれに投影された立体形状構成要素に対応する面積に応じた、すべての物体画像情報についての重み平均処理を行なうことにより得られたテクスチャ情報を付与する手段とを備える。

【0072】上記立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与する手段では、上記立体形状構成要素の各々について、物体画像情報に投影された面積を求め、これを下記重み平均処理を行なう際の重み係数とする。そして、上記立体形状構成要素のテクスチャ情報として、上記立体形状構成要素が上記物体画像情報に投影される部位を求め、この投影部の画像情報 (色、濃度あるいは輝度) を重み平均処理することで上記テクスチャ情報とする。

【0073】請求項 43 記載のテクスチャ情報付与方法は、立体モデルとして記述される対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、立体モデルのテクスチャ情報を取得するテクスチャ情報付与方法であって、立体モデルの面方向を

検出するステップと、検出された面方向と撮影した視点の位置とに応じて、複数の物体画像情報からテクスチャ情報を作成するステップとを備える。

【0074】請求項4記載のテクスチャ情報付与方法は、立体モデルとして記述される対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、立体モデルのテクスチャ情報を取得するテクスチャ情報付与方法であって、立体モデルは、ポリゴン（多角形平面）の集合により表現され、ポリゴンごとの面方向を検出するステップと、検出された面方向と撮影した視点の位置とに応じて、ポリゴンごとに、複数の物体画像情報からテクスチャ情報を作成するステップとを備える。

【0075】請求項45記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体は、コンピュータに立体モデルへのテクスチャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒体であって、プログラムは、対象物体の形状を立体モデルとして記述するステップと、立体モデルの面方向を検出するステップと、対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、検出された面方向と撮影した視点の位置とに応じて、複数の物体画像情報から立体モデルのテクスチャ情報を作成するステップとを含む。

【0076】請求項46記載のテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体は、コンピュータに立体モデルへのテクスチャ情報の付与をさせるためのプログラムを記録した媒体であって、プログラムは、対象物体の形状をポリゴン（多角形平面）の集合による立体モデルとして記述するステップと、ポリゴンごとの面方向を検出するステップと、対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、検出された面方向と撮影した視点の位置とに応じてポリゴンごとに、複数の物体画像情報から立体モデルのテクスチャ情報を作成するステップとを含む。

【0077】請求項47記載のテクスチャ情報付与装置は、立体モデルとして記述される対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、立体モデルのテクスチャ情報を取得するテクスチャ情報付与装置であって、立体モデルの面方向を検出する手段と、検出された面方向と撮影した視点の位置とに応じて、複数の物体画像情報からテクスチャ情報を作成する手段とを備える。

【0078】請求項48記載のテクスチャ情報付与装置は、立体モデルとして記述される対象物体を異なる視点から撮影することにより獲得された複数の物体画像情報に基づいて、立体モデルのテクスチャ情報を取得するテクスチャ情報付与装置であって、立体モデルをポリゴン（多角形平面）の集合により表現する手段と、ポリゴンごとの面方向を検出する手段と、検出された面方向と撮影した視点の位置とに応じて、ポリゴンごとに、複数の

物体画像情報からテクスチャ情報を作成する手段とを備える。

【0079】

【発明の実施の形態】

【実施の形態1】図1は、この発明の実施の形態1の実在の物体から3次元モデルを再構成するための3次元立体モデル生成装置1000の構成を示す概略ブロック図である。

【0080】図1を参照して、回転台110の上に、対象物体100が載せられる。回転台110は、たとえば、コンピュータ130からの制御信号に応じて、その回転角度が制御される。カメラ120は、回転する対象物体100を各指定角度ごとに撮影し、得られた画像データをコンピュータ130に与える。

【0081】一方で、コンピュータ130には、回転台110の回転ピッチ等の撮影条件のデータが入力装置140から与えられる。

【0082】コンピュータ130は、カメラ120から与えられた画像情報に基づいて、各撮影角度に対応する画像情報からシルエット画像を抽出し、3次元立体形状モデルを生成する。

【0083】ここで3次元立体形状モデルとしては、たとえばポリゴン（三角パッチの集合）による表面モデルで表現することが可能である。

【0084】また、上述した画像情報とは、たとえば、カメラ120から出力される各画素に対応した輝度、色彩、あるいは濃淡を表す数値情報を意味する。

【0085】ただし、立体モデルの表現方法としては、このような表現方法に限定されることなく、たとえば、異なる形状の表面形状要素の集合として表現することも可能である。したがって、以下では表面モデルを表現するための要素となる形状を立体形状構成要素と総称することにする。

【0086】続いて、コンピュータ130は、各角度において撮影された画像情報に基づいて、再構成された3次元立体モデルに対してテクスチャ情報を付与する。

【0087】ここで、CG（コンピュータグラフィックス）の分野における色彩情報（テクスチャ情報）とは、物体表面に貼り付けられて、この表面の細かな凸凹や絵柄、模様、材質感を表わすための画像情報のことである。

【0088】このようにして再構成された3次元モデルは、表示装置150に表示される。3次元画像情報に対する色彩情報（より一般的には、テクスチャ情報）の付与方法について詳しく説明する前に、まず実在の物体から3次元形状の立体モデルを生成するまでのフローについて簡単に説明する。

【0089】図3は、物体画像を作成してから、3次元モデルにテクスチャ情報を付与するまでの処理のフローを示すフローチャートである。

【0090】一方、図4は、各フローの過程におけるデータ処理の概要を示す概念図である。

【0091】図3および図4を参照して、まず、コンピュータ130は、入力装置140から与えられた撮影条件データに基づいて、回転台110の回転角を制御する。各回転角ごとにカメラ120が撮像した画像データの取込みが行なわれる(ステップS10)。

【0092】たとえば、角度が 10° ごとにカメラ120からの画像データの取込みが行なわれるとすると、1回転で36枚の画像データが取込まれる。

【0093】続いて、コンピュータ130は、撮影された画像データの各々について、物体像の輪郭の抽出を行ない、各方向から見た物体のシルエット像を生成する(ステップS12)。

【0094】ここで得られたシルエット画像は、各方向から見た場合の物体の輪郭を示す。これら各方向から見た物体の輪郭像に基づいて、仮想的なボクセル(Voxel)に分割された3次元空間に対して、後に説明するようなボーティング処理を行なうことで、このボクセル空間内で物体の3次元形状モデルが生成される(ステップS14)。

【0095】続いて、このボクセル空間で表現された物体領域を、ポリゴン(三角パッチ)を用いた表面モデルで表現するように変換が行なわれる(ステップS16)。

【0096】ここでは、たとえば表現に必要なポリゴン数を少なく抑え、かつ、表現形状の精度を維持することが要求される。このためには、たとえば以下のような方法でポリゴンの生成を行なうことが可能である。

【0097】すなわち、まず、円筒座標系で表されたボクセル空間において、円筒座標系の θ 表面での切断面輪郭線を多角形近似し、ポリゴンの頂点を決定する。続いて、各頂点をそれぞれ最近接の3頂点と接続することで三角パッチを生成する。

【0098】続いて、生成されたポリゴンの各三角パッチに対して、ステップS10において撮影された画像情報からテクスチャ情報を付与する(ステップS18)。

【0099】以上のようなフローにより現実の物体をカメラ120で撮影した画像情報をもとに、コンピュータ130内で3次元立体モデルが再構成されることにな

る。

【0100】なお、以上の説明では、回転台110上に対象物体100を載せ、カメラ120は固定した状態で回転台110を回転させ画像を撮影する構成とした。しかしながら、画像情報を獲得する方法はこのような構成に限定されない。

【0101】たとえば、対象物体100は静止したまま、カメラ120を人間が持って移動し、複数の視点から対象物体100を撮影することで、画像データを得る構成とすることも可能である。この場合でも、各画像の

撮影を行なった際のカメラ120の位置および撮影を行なう方向がわかれば、これらの情報をもとに以下に述べるのと同様の方法により3次元立体形状モデルの再構成およびテクスチャ情報の付与を行なうことが可能である。

【0102】以下では、さらに、図3に示した各処理ステップについて詳しく説明する。

【画像撮影およびシルエット生成】上述のとおり、図1に示したような構成で、画像撮影を行なう場合は、対象物体100を回転テーブル110に載せ、テーブルを回転しつつ対象物体画像を複数枚撮像する。これに加えて、次のステップ(ステップS12)のシルエット抽出のため、背景画像の撮影も行なう。

【0103】続いて、対象物体画像と背景画像間の差分処理により、対象物体のみを抽出したシルエット画像を生成する。

【0104】このとき、背景画像を単一色とするような特殊な撮影環境を不要とし、かつ、安定したシルエット画像生成を可能とするために、単純な画像間差分ではなく、以下に説明するような領域分割処理を加えた画像差分を行なうことも可能である。

【0105】すなわち、物体画像を領域分割し、続いて領域単位で背景画像との差分処理を行なう。ここで、差分処理とは、撮像された物体画像情報を、画素ごとにその信号強度について差分を算出する処理を意味する。

【0106】さらに、領域単位での差分平均をしきい値処理し物体部分の抽出を行なう。以上説明したような方法では、画素レベルで背景と同色のものが存在しても、領域レベルにおいて背景と異なる色があれば、一般には、物体部分として検出できるという性質を持っている。

【0107】したがって、生成シルエット画像精度の向上を図ることが可能となる。

【ボーティング処理】以上のようにして、対象物体100を、複数の視点から撮影したシルエット画像情報を得ることができる。これら複数のシルエット画像情報から、物体の3次元形状を再構成するために、以下に説明するようなボーティング処理が行なわれる。

【0108】以下では、まず3次元形状を記述するためのボクセルモデルおよびボクセル空間についてまず説明をする。

【0109】ボクセルモデルとは3次元形状を立体的な格子点の有無で記述するモデルであり、ボクセルが定義される空間をボクセル空間と呼ぶ。ボクセル空間は認識物体を包含するような、大きさ・位置で配置される。以下では、対象物体100を回転させながら画像撮影を行なったことに対応して、より自然に対象物体形状を表現することが可能な円筒座標系でこのボクセル空間を表現することにする。

【0110】したがって、各々のボクセルは、円筒座標

の半径方向の座標を r 、角度方向の座標を θ 、軸方向の座標を z とすると、各 r 、 θ 、 z を等間隔で分割した場合の体積要素を意味することになる。この体積要素の集合で3次元形状を表現するものがボクセルモデルである。

【0111】次に、シルエット画像からこのボクセルモデルを再構成するための手順について簡単に説明する。

【0112】まず、1つのシルエット画像に基づいて、ボクセル空間内に、対象物体に対する仮定存在領域の算出を行なう。ここで、仮定存在領域とは、図5に示すようにカメラ120の投影中心を頂点とし、画像の物体像を断面形状とする錐体状の領域を意味する。すなわち、対象物体は、この領域の内側に必ず存在していることになる。

【0113】ボーティング処理とは、この仮定存在領域内に存在する各々のボクセルに対して、たとえば1つのシルエット画像に対する仮定存在領域に該当する場合に、数値1を割振る（投票する）という処理を意味する。

【0114】図6は、図5に示した z 軸に垂直な平面P上のシルエット画像および円筒ボクセル空間の断面を示す図である。

【0115】上述のとおり、カメラ120の投影中心とする錐体状の領域が仮定存在領域に該当するため、この領域に存在する円筒ボクセル空間内の各ボクセルに対して数値1が割振られる。

【0116】図7は、複数のシルエット画像に基づいてボーティング処理を行なった場合について、平面P断面の円筒ボクセル空間を示す断面図である。

【0117】図7においては、5つの視点から撮影されたシルエット画像に基づいて円筒ボクセル空間に対してボーティング処理を行なった場合を示している。この場合、各々のシルエット画像に基づいたボーティング処理は、それぞれのシルエット画像に対する仮定存在領域に対して数値1を割振ることになるため、5つのシルエット画像に基づいて、ボーティング処理を行なった場合、図7中のクロスハッチで示した領域は、すべてのシルエット画像に基づく仮定存在領域が重なっていることになる。言換えると、このクロスハッチされた領域内のボクセルには、それぞれ5つのシルエット画像に基づくボーティング処理の結果、数値5が割振られていることになる。

【0118】したがって、たとえば円筒ボクセル空間内のボクセルのうち、5以上が割当てられているボクセルのみを抽出すれば、対象物体が、この円筒ボクセル空間内で存在する領域を算出することが可能となる。

【0119】より一般的には、撮像された物体画像数に応じて、適当なしきい値を設定することで、ボーティング処理に基づいて円筒ボクセル空間内における対象物体の存在領域を算出することが可能となる。以上の処理に

より、円筒ボクセル空間内において対象物体の存在する領域を抽出することが可能となる。

【0120】ボクセル空間を用いた3次元形状再構成手法としては、他に特公平7-109626号公報に開示された錐体相関法があるが、この方法は、生成するシルエット画像の誤差がそのまま再構成される物体形状に影響を与えてしまうという問題があった。これに対して、ボーティング処理による3次元形状再構成は、基礎となるシルエット画像に誤りが含まれている場合でも、適当なしきい値を設定することで、獲得される3次元形状の精度低下を小さく抑えることが可能であるという特徴を有する。

【0121】【ポリゴン生成】続いて、ボクセル空間で表現された物体領域は、ポリゴン（三角パッチ）を用いた表面モデルで表現するように変換される。

【0122】図8は、このようなポリゴン生成の過程を示す概念図である。図8を参照して、円筒ボクセル空間で表現された物体領域の円筒座標系 $\theta 1$ 平面（円筒座標系で $\theta = \theta 1$ である平面）での切断面輪郭線を多角形近似する。この多角形近似により得られた輪郭線 $L \theta 1$ の各頂点が、後に説明するようにポリゴンの頂点に相当する。

【0123】同様にして、円筒座標系の $\theta 2$ 平面での切断輪郭線を多角形近似し、 $L \theta 2$ を得る。

【0124】以上の操作を、すべてのボクセルに対応する θ 平面に対して行なう。続いて、これら各輪郭線の各頂点を、それぞれ最近接の3頂点と接続することで三角パッチが生成される。

【0125】このような輪郭線の多角形近似と最近接3頂点の接続という手続で三角パッチを生成することにより、表現に必要なポリゴン数を少なく抑え、かつ、表現形状の精度を維持することが可能となる。

【0126】図9は、対象物体100をポリゴンを用いた3次元表現モデル300で表現したものである。

【0127】以上の操作により、対象物体の形状について、計算機内等で再構成を行なうことが可能となる。

【0128】以上、円筒ボクセル空間を仮定して説明したが、直交ボクセル空間を用いても良い。また、ポリゴン生成処理においては、隣接ボクセルを接続することにより、細かいポリゴンを一旦生成した後に、これらを統合してポリゴン数を減らしても良い。

【0129】【テクスチャ情報付与】続いて、以上のようにして、計算機内等において再構成された物体形状に対しテクスチャ情報を付与して、よりリアルな3次元モデルとするために、撮影した物体画像に含まれるテクスチャ情報を、上記3次元モデルに対して付与する処理を行なう。

【0130】具体的には、各ポリゴンのテクスチャ情報を与える物体画像（以後、参照画像と呼ぶ）を決定した後、ポリゴンを参照画像に投影し、その投影部分のテク

スチャ情報を、対応するポリゴンに付与する。

【0131】図10は、このようなテクスチャ情報の付与処理を説明するための概念図である。

【0132】以下では、説明を簡単とするために、参照画像としては、ラベル番号が1～8までの8枚の物体画像情報があるものとする。

【0133】すなわち、対象物体を45°おきの角度から撮影した物体画像が存在している。なお、以下の説明では、対象物体を1つの回転軸のまわりに一定の角度ごとに撮影した参照画像に基づいて、テクスチャ情報を3次元立体モデルに付与する場合について説明するが、本発明はこのような場合に限定されることなく、任意の位置および方向から対象物体を撮影した複数の参照画像に基づいて、3次元立体モデルに対してテクスチャ情報を付与する場合にも適用することが可能である。

【0134】さて、注目するポリゴンに対して、どの参照画像を対応付けるかを決定する場合に、考慮すべき点としては、まず当該ポリゴンに対するテクスチャ情報量の大きい参照画像を選択するという方針が挙げられる。

【0135】したがって、上記方針の下に、各ポリゴンに対して対応する参照画像すなわちラベル番号の割当を行なうことで、ポリゴンで表現された3次元立体モデルに対してテクスチャ情報を付与することが可能となる。

【0136】図11は、テクスチャ情報を付与するまでの処理の流れを示すフローチャートである。

【0137】一方、図2は、コンピュータ130中において、テクスチャ情報付与を行なうための色彩情報付与処理部200の構成を示す概略ブロック図である。

【0138】色彩情報付与処理部200は、カメラ120により撮影された物体画像情報（参照画像情報）を記憶保持する画像記憶部220と、画像記憶部220に記憶された参照画像情報に基づいて、対象物体の3次元立体モデルを生成する演算部210と、演算部210により生成された3次元立体モデルの形状、言換えると各ポリゴンの位置および形状を記憶している形状記憶部230と、後に説明するように、画像記憶部220に保持された参照画像情報に基づいて、演算部210が、各ポリゴンに対して割当てたテクスチャ情報を記憶保持する色彩情報記憶部240を備える。

【0139】図11および図2を参照して、前述したとおり、たとえば、対象物体を一定角度ごとに回転させながら撮影された画像情報を、画像記憶部220が記憶する（ステップS20）。

【0140】続いて、撮影された画像情報に基づいて、演算部210が、立体モデルを生成し、その形状データを形状記憶部230に保持させる（ステップS22）。

【0141】続いて、以下に説明する手順で、立体形状構成要素（たとえばポリゴン）と画像記憶部220中に保持された参照画像情報との対応付けを演算部210が行なう（ステップS24）。

【0142】演算部210は、対応付けられた各ポリゴンごとのテクスチャ情報を色彩情報記憶部240に保持させる（ステップS26）。

【0143】次に、上記ステップS24における立体形状構成要素と参照画像情報との対応付けの処理についてさらに詳しく説明する。

【0144】図12は、ステップS24における立体形状構成要素と参照画像情報との対応付けを行なうためのフローをより詳しく示すフローチャートである。

【0145】以下の処理では、各立体形状構成要素（ポリゴン）の法線ベクトルと参照画像を撮影した方向と平行な画像撮影面の法線ベクトルとの方角の一致性により、テクスチャ情報量の大きさを判断する。すなわち、対応するポリゴンに対して最も正対する参照画像が、当該ポリゴンに対するテクスチャ情報が最も大きいと判断を行なう。

【0146】画面撮影（ステップS20）および立体モデル生成（ステップS22）の各処理が終了した後、演算部210は、まず以下の演算処理で用いる変数の初期化を行なう。

【0147】すなわち、立体形状構成要素数を変数Emaxに代入し、撮影した画像数を変数Imaxに代入する。また、以下の処理において、撮影画像に対応するラベル番号をカウントするための補助変数Icntを値0に初期化する。

【0148】さらに、i番目（i=0～Emax-1）の立体形状構成要素にそれぞれ対応する1次元配列変数Prod[i]の値をすべて値0に初期化し、一方、i番目の立体形状構成要素に対応する参照画像のラベル番号が代入される1次元配列変数Id[i]が、すべて値-1に初期化される（ステップS2402）。

【0149】続いて、ポリゴンの番号をカウントするための補助変数Ecntを値0に初期化する（ステップS2403）。

【0150】続いて、Icnt番目の画像撮影面の法線ベクトルとEcnt番目の立体形状構成要素の法線ベクトルとの内積の値が計算され、変数Vtmpに代入される（ステップS2404）。

【0151】続いて、演算部210は、Ecnt番目の変数Prod[Ecnt]の値と上記変数Vtmpの値とを比較する。

【0152】変数Prod[Ecnt]の値が変数Vtmpの値以下であると判断すると（ステップS2406）、変数Prod[Ecnt]に変数Vtmpの値が代入され、同時に変数Id[Ecnt]にその時点でのカウント変数Icntの値が代入される（ステップS2408）。

【0153】一方、変数Prod[Ecnt]の値が、変数Vtmpの値よりも大きいと判断すると（ステップS2406）、変数Ecntの値が1だけインクリメン

トされる (ステップ S 2 4 1 0)。

【0154】続いて、カウント変数 $Ecnt$ の値が、立体形状構成要素数 E_{max} よりも小さいと判断されると (ステップ S 2 4 1 2)、再びステップ S 2 4 0 4 に処理が戻り、同一の処理が、次の立体形状構成要素に対して繰返される。

【0155】一方、変数 $Ecnt$ の値が立体形状構成要素数 E_{max} 以上と判断されると (ステップ S 2 4 1 2)、カウント変数 $Icnt$ の値が 1 インクリメントされる (ステップ S 2 4 1 4)。

【0156】続いて、カウント変数 $Icnt$ の値が撮影画像数 I_{max} 以上であるか否かの判断が行なわれる (ステップ S 2 4 1 6)。

【0157】変数 $Icnt$ の値が撮影画像数 I_{max} よりも小さいと判断された場合 (ステップ S 2 4 1 6)、次の参照画像について、ステップ S 2 4 0 3 からステップ S 2 4 1 2 までの処理が繰返されることになる。

【0158】一方、変数 $Icnt$ の値が撮影画像数 I_{max} 以上であると判断されると (ステップ S 2 4 1 6)、次に処理が移行する。

【0159】すなわち、ステップ S 2 4 0 2 からステップ S 2 4 1 6 までの処理により、各参照画像について、当該参照画像の面法線ベクトルとすべての立体形状構成要素の面法線ベクトルとの内積の値が比較される。この処理により、それまでに処理の対象となった参照画像についての内積値よりも大きな内積値を有する参照画像については、その内積値が立体形状構成要素の各々について、1 次元配列変数 $Prod[Ecnt]$ に格納される。一方、その時点における参照画像のラベル番号が 1 次元配列変数 $Id[Ecnt]$ に格納される。

【0160】したがって、ステップ S 2 4 1 6 の処理から次の処理に移行する時点では、1 次元配列変数 $Id[i]$ には、対応する i 番目の立体形状構成要素に対して、最大の内積値を有する参照画像情報のラベル番号が格納されていることになる。

【0161】続いて、色彩情報記憶部 2 4 0 に対して、演算部 2 1 0 は、各立体形状構成要素について、対応する参照画像情報を画像記憶部 2 2 0 から読出して、色彩情報記憶部 2 4 0 に格納する (ステップ S 2 4 1 8)。

【0162】以上のようにして、3 次元立体モデルを構成する各立体形状構成要素 (ポリゴン) に最もテクスチャ情報量の多い参照画像情報から得た色彩情報 (テクスチャ情報) を付与する構成となっているので、最も現実の物体に近いテクスチャ情報を各立体形状構成要素に付与することが可能となる。

【0163】図 13 は、図 12 に示したテクスチャ付与方法をコンピュータ 130 に実行させるためのプログラムを記録した記録媒体の構成を示す概念図である。

【0164】記録媒体としては、たとえば磁気ディスクや CD-ROM などの光磁気ディスクなどを用いること

が可能である。記録媒体 260 中には、図 12 に示した処理をコンピュータ 130 に実行させるために、所定のプログラム言語により、各処理ステップが記述されたものが、符号化されて記録されている。

【0165】以上のようにして、記録媒体 260 中に記録されたテクスチャ情報付プログラムに基づいて、コンピュータ 130 を動作させることで、上述したのと同様な効果、すなわちコンピュータ 130 内で再構成された 3 次元立体モデルに対して、より現実の物体が有するテクスチャに近いテクスチャ情報を付与することが可能となる。

【0166】【実施の形態 2】実施の形態 1 では各立体形状構成要素に対して、内積値に基づいて最もテクスチャ情報量の大きいと判断される参照画像を選択して、各立体形状構成要素にテクスチャ情報を付与した。

【0167】しかしながら、図 21 において説明したとおり、対象物体の形状によっては、ある方向から撮影した物体画像情報には見通せない部分が存在する場合がある。この場合は、この見通せない部分に相当する立体形状構成要素の面法線ベクトルと最も大きな内積値を有する参照画像には、テクスチャ情報が全くないという場合が存在し得る。

【0168】実施の形態 2 では、このような場合にも適用することが可能なテクスチャ情報の付与方法およびテクスチャ情報付与装置ならびにテクスチャ情報付与プログラムを記録した媒体を提供する。

【0169】実施の形態 2 においても、色彩情報付与処理部の構成は、図 2 に示した色彩情報付与処理部 200 の構成と同等である。以下に説明するとおり、演算部 210 の行なう演算処理が、実施の形態 1 とは異なる。

【0170】すなわち、実施の形態 1 では、各ポリゴンについて、その法線ベクトルと各参照画面の法線ベクトルとの内積値を比較することで、テクスチャ情報量の大きさを判断した。

【0171】これに対し、実施の形態 2 では、各ポリゴンについて、参照画像に対する投影面積を算出し、この算出された投影面積に基づいて、各参照画面情報が有するテクスチャ情報量の大きさを評価する。

【0172】図 14 は、このような参照画像へのポリゴンの投影面積に基づいて、各ポリゴンごとに対応する参照画像情報のラベル番号を決定する処理のフローを示すフローチャートである。

【0173】図 14 に示すフローチャートでは、評価の対象となる値が、参照画像面の法線ベクトルと立体形状構成要素の法線ベクトルとの内積値 V_{tmp} の代わりに、参照画像に投影された立体形状構成要素の投影面積 A_{tmp} となっている点を除いては、図 12 に示したフローチャートと全く同様である。

【0174】したがって、ステップ S 2 4 2 2 からステップ S 2 4 3 6 までの処理が終了した時点で、1 次元配

列変数 $Id[i]$ には、対応する i 番目の立体形状構成要素が最も大きな投影面積を有する参照画像情報のラベル番号が、1次元配列変数 $Area[i]$ には、対応する i 番目の立体形状構成要素について、 $Id[i]$ のラベル番号を有する参照画像情報に対する投影面積が、それぞれ格納されていることになる。

【0175】それに応じて、演算部210は、色彩情報記憶部240へ、各立体形状構成要素ごとに、対応する参照画像のテクスチャ情報を画像記憶部220から読出して格納することになる。

【0176】以上の処理により、比較的複雑な形状を有する対象物体に対しても、計算機内等において再構成された立体形状モデルに対して最もテクスチャ情報量の大きい参照画像情報から各ポリゴンへのテクスチャ情報を付与することが可能となる。

【0177】また、図14に示したようなステップS2422からステップS2438までのプログラムを記録した媒体によりコンピュータ130を動作させることで、同様の効果が奏される。

【0178】【実施の形態3】以上の説明では、対象物体を3次元立体モデルとして再構成した場合に、各ポリゴンに対する参照画像の対応付けは、当該ポリゴンに対するテクスチャ情報量の大きさに基づいて判断された。

【0179】しかしながら、各ポリゴンに対して適切な参照画像を決定する場合において考慮すべき点は、テクスチャ情報量の大きさのみに限られない。たとえば、さらにポリゴン間で付与されたテクスチャ情報に著しい不連続が存在すると、ポリゴン境界線が目立ってしまい、再構成された立体モデルは極めて不自然なものとなる。

【0180】したがって、実施の形態3における各立体形状構成要素への参照画像の割当方法、すなわちテクスチャ情報付与方法としては、第1にテクスチャ情報量の大きい参照画像を選択すること、および第2にポリゴン境界線を隠蔽することを同時に可能とすることを目的とする。

【0181】ここで、実施の形態2において説明したように、テクスチャ情報量の大きい参照画像を選択するためには、対応する参照画像へのポリゴンの投影面積は大きい方が望ましい。

【0182】一方、ポリゴン境界線を隠蔽するためには、隣接するポリゴン間に付与される色彩情報（テクスチャ情報）の連続性が高いことが望ましい。

【0183】実施の形態3では、ポリゴン境界線を隠蔽するために、注目するポリゴンに対して、それに隣接するポリゴンへの参照画像の割当は、同一であるか、異なる場合でもなるべく撮影角度差の小さい参照画像を選択する構成としている。

【0184】より具体的には、上述した2つの条件を最適に満たすポリゴンへの参照画像情報の割付けを可能とするために、以下に説明するように、問題をいわゆるエ

ネルギー最小化問題として取り扱う。

【0185】すなわち、各参照画像は、一定角度ずつ撮影角度を変化させて撮影されているため、順番に参照画像に番号付けをしており、各ポリゴンと参照画像番号との対応付け（ラベリング）問題を以下の式で表わされるエネルギーを局所的に最小化するように反復改善処理で解くというものである。

【0186】なお、各参照画像が一定角度ずつ撮影角度を変化させて撮影されていない場合、すなわち、撮影角度の変化量がそれぞれ異なっている場合、上記番号付けは、撮影角度に対応させれば良い。

【0187】

【数1】

$$E = \sum_i \text{Penalty}(i) - k \times \text{area}(i)$$

【0188】ここで、 $\text{Area}(i)$ はポリゴン i の参照画像への投影面積を表わし、 $\text{Penalty}(i)$ はポリゴン i とその隣接ポリゴンとの参照画像番号（ラベル）の差を表わし、 k はこれらの結合係数である。

【0189】すなわち、エネルギー関数 E は、ポリゴン i に隣接するポリゴンに割当てられた参照画像番号が、ポリゴン i に割当てられた参照画像番号と異なるほど増加し、ポリゴン i の参照画像への投影面積、すなわちテクスチャ情報量が増加するほど減少する関数である。

【0190】上述したとおり、ポリゴン i と隣接するポリゴンに割当てられる参照画像番号の差が小さいほどテクスチャ連続性が高く、ポリゴン境界線が隠蔽されるので、関数 E を極小化することは、テクスチャ情報量の大きさ（色彩情報量の大きさ）とテクスチャ連続性の双方を考慮した場合に、各ポリゴンへの最適な参照画像番号の割当に対応することになる。

【0191】なお、上記のエネルギー関数においては、テクスチャ情報量の大きさとして、ポリゴン i の参照画像への投影面積を用いたが、実施の形態1に示したように、ポリゴンの面法線ベクトルと参照画像の面法線ベクトルとの内積値で評価する構成とすることも可能である。

【0192】ここでエネルギー関数 E において、結合定数 k は定数でも良いし、各ポリゴンの関数（たとえば各ポリゴンの面積の関数）でもよい。

【0193】さらに、エネルギー関数 E としては、上述のような関数 $\text{Penalty}(i)$ と関数 $\text{Area}(i)$ との線形結合以外にも、より一般的に、注目するポリゴン i とそれに隣接するポリゴンへ割当てられたテクスチャ情報の連続性の向上に伴い減少し、かつ、注目するポリゴン i へのテクスチャ情報量の増加に伴い減少する関数であれば、上記の構成には限定されない。

【0194】図15は、上記のようなエネルギー関数 E について、反復改善処理で最適値を求めるための処理を示すフローチャートである。

【0195】まず、生成された立体形状モデルの各ポリゴンに対して、初期設定として参照画像番号の仮の対応付けを行なう（ステップS2440）。

【0196】次に、演算部210は、変数Nに立体形状構成要素数を代入し、カウント変数Cntを数値0に初期化する。また、フラグ変数Flgに“OFF”を代入する（ステップS2442）。

【0197】続いて、変数Pre_lblにCnt番目の立体形状構成要素に対応する参照画像番号を代入しておく（ステップS2444）。

【0198】続いて、Cnt番目の立体形状構成要素について、対応する参照画像番号を変化させ、エネルギー関数Eを極小化する参照画像番号を導出する（ステップS2446）。

【0199】ここで、ステップS2446において得られた新しい対応参照画像番号を変数New_lblに代入する（ステップS2448）。

【0200】続いて、変数New_lblと変数Pre_lblとの値が比較される。両者が等しくない場合は（ステップS2450）、エネルギー関数Eの最小化計算により、ラベルの付け換えが行なわれたと判断され、フラグ変数Flgに“ON”が代入される。続いて、カウント変数Cntの値が1だけインクリメントされる（ステップS2454）。

【0201】一方、変数New_lblと変数Pre_lblの値が等しい場合は、フラグ変数は変化されずに、カウント変数Cntの値のみが1だけインクリメントされる（ステップS2454）。

【0202】続いて、カウント変数Cntの値が、立体形状構成要素数Nよりも小さい場合は、再び処理がステップS2444に復帰する。一方、カウント変数Cntの値が立体形状構成要素数N以上である場合は次に処理が移行する（ステップS2456）。

【0203】したがって、ステップS2444からステップS2454までの処理が、すべての立体形状構成要素について繰返されることになる。

【0204】続いて、フラグ変数Flgと“OFF”との比較が行なわれる。フラグ変数Flgが“OFF”と等しくない場合は（ステップS2458）、少なくとも1回以上エネルギー関数Eの極小化計算によりラベルの付け換えが行なわれた、すなわちまだエネルギー関数Eを局所的に極小化するラベル番号の対応付けが完了していないと判断され、処理は再びステップS2442に復帰する。

【0205】一方、フラグ変数Flgが“OFF”と等しい場合は、ステップS2444からステップS2456までの処理において、エネルギー関数Eを極小化する演算を行なっても、ラベルの付け換えが行なわれていないことを意味する。これは、すなわち現状のラベル番号の対応付けがエネルギー関数Eを局所的に極小化する対応付

けとなっていることを意味するため、最適な対応付けが完了したものとして処理が終了する（ステップS2460）。

【0206】以上の処理により、複数のポリゴンに対して、参照画像番号の対応付けを行なうにあたり、各ポリゴンに対しテクスチャ情報量の大きい参照画像情報を選択するという条件と、ポリゴン境界線を隠蔽するという条件の2つの条件を同時に最適化するテクスチャ情報の割当が行なわれることになる。

10 【0207】したがって、割当が完了した後の3次元立体形状モデルは、現実の物体により近い色彩を有し、かつより自然なテクスチャ連続性を有していることになる。

【0208】上述のステップS2440からステップS2460までのプログラムを記録した媒体によりコンピュータ130を動作させることでも、同様の効果を得ることができる。

【0209】なお、繰返し改善処理の順序は、改善処理の最終結果に影響を与えるため、適切な処理順序を考慮した方が望ましい。これは、繰返し改善処理においては、各ポリゴンのラベル番号を改善する際、その隣接ポリゴンのラベル番号を正しい、あるいは信頼性が高いと仮定しているためである。したがって、より信頼性の低いポリゴンから順に改善処理を行なえば、より良好な改善結果が得られる。

【0210】ポリゴンの信頼性を評価する方法の一つとして、ポリゴンの面積や、ポリゴンが参照画面に投影された際の面積などがある。

30 【0211】これは、上述したステップS2240中で行なわれる参照画像番号の仮の対応づけ処理の信頼性が、小さい面積のポリゴンほど、あるいはポリゴンが参照画面に投影された際の面積が小さいポリゴンほど低いためである。

【0212】【実施の形態4】実施の形態3のテクスチャ情報付与方法では、テクスチャ情報量（色彩情報量）と、ポリゴン境界線の隠蔽、すなわちテクスチャ連続性の双方を考慮して、各ポリゴンにテクスチャ情報を付与方法であった。

40 【0213】しかしながら、実在の物体から画像情報を撮影する場合には、照明等の関係により、特定方向から撮影した画像情報が、それに近接する方向から撮影した画像情報に対してさえも、光沢等の点で著しく異なっている場合が存在し得る。

【0214】したがって、よりテクスチャ連続性の高く、ポリゴン境界線が目立たないテクスチャ情報を付与するためには、実施の形態3の方法では不十分な場合がある。

50 【0215】そこで、実施の形態4のテクスチャ情報付与方法では、1つのポリゴンに対して、1つの参照画像情報からテクスチャ情報を付与するのではなく、複数の

参照画像情報から、すなわち複数の方向から撮影した画像情報に基づいて、対応するポリゴンにテクスチャ情報を付与する方法を提供する。

【0216】実施の形態4のテクスチャ情報付与方法の説明をする前に、まず色彩情報記憶部240へのテクスチャ情報の格納方法についてより詳しく説明しておく。

【0217】図16は、色彩情報記憶部へのデータの格納方法を示す概念図である。色彩情報記憶部240は、立体形状構成要素の基本形状、およびテクスチャを記憶するものである。ここで、参照画像情報上の立体形状構成要素は、投影された形状となっているため本来の形状とは異なった形となっている。

【0218】このため、形状変換を行なって色彩情報記憶部240に色彩を格納する必要がある。

【0219】ここで、たとえば立体形状構成要素が3角形の場合を例にとってその形状変換を説明する。今、基本形状のテクスチャ情報を図16で示すような2次元離散空間で記憶する場合を考える。基本形状の頂点を (x_0, y_0) 、 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 、参照画像情報に対して投影された立体形状構成要素の頂点を (X_0, Y_0) 、 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) とする。これらを、以下に示す変換行列Aおよび平行移動ベクトルBにより1次変換することで、投影された三角形形状を本来の形状に変換することが可能となる。

【0220】

【数2】

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix}$$

【0221】この場合、基本形状の画素 (x_n, y_n) のテクスチャ情報は、以下の式で計算される参照画像情報上の画素 (X_n, Y_n) から獲得すればよいことを意味する。

【0222】

【数3】

$$\begin{pmatrix} X_n \\ Y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix}$$

【0223】すなわち上記のようないわゆるアフィン変換により、投影された三角形形状のポリゴンに対して、本来のポリゴン形状に対するテクスチャ情報を獲得し、色彩情報記憶部240に格納する。

【0224】なお、以上の説明では、ポリゴンの形状を三角形としたが、たとえばその形状が四角形や他の形状の場合も同様に計算することが可能である。

【0225】また、座標変換の方法はアフィン変換の他、射影変換を用いてもよい。射影変換は以下の式で計算される。

【0226】

【数4】

$$X_n = \frac{a_1 X_n + a_2 Y_n + a_3}{a_7 X_n + a_8 Y_n + 1}, Y_n = \frac{a_4 X_n + a_5 Y_n + a_6}{a_7 X_n + a_8 Y_n + 1}$$

【0227】以上説明したとおり、色彩情報記憶部240には、参照画像情報上に投影されるポリゴンの形状にかかわらず、本来のポリゴン形状に対応したテクスチャ情報が格納されている。

【0228】そこで、たとえば実施の形態3に示したようなエネルギー関数Eに対する反復改善処理により、各ポリゴンiに対して対応する参照画像情報番号の割当が完了したものとする。

【0229】実施の形態4のテクスチャ情報付与方法では、このラベル番号の割当の完了後に、さらに以下に説明するような重み平均処理を行なうことで、テクスチャ連続性をより向上させるテクスチャ情報の付与方法を実現することを目的とする。

【0230】図17は、上述したように、各ポリゴンiに対して、参照画像情報番号の割当が完了した後に行なう重み平均処理のフローを示すフローチャートである。

【0231】したがって、たとえば図15に示したフローにおけるステップS2460に続く処理を示している。

【0232】まず、初期設定として、変数E_{max}に立体形状構成要素数が、変数I_{max}に撮影された参照画像情報数がそれぞれ代入される。一方、カウント変数E_{cnt}の値が0に初期設定される(ステップS2500)。

【0233】続いて、カウント変数I_{cnt}ならびに変数w_{acc}の値が0に初期設定される(ステップS2501)。

【0234】続いて、I_{cnt}番目の参照画像情報が、E_{cnt}番目の立体形状構成要素のテクスチャ情報の入力対象であるか否かの判断が行なわれる(ステップS2502)。

【0235】ここで、I_{cnt}番目の画像が、テクスチャ情報の入力対象であるとは、既に行なわれた、ポリゴン(立体形状構成要素)に対する参照画像番号の割当により割当てられた画像情報のみならず、それに隣接する所定数、たとえば前後1画面の参照画像情報も入力対象に含めることを意味する。

【0236】次に、変数w_{ght}に対して、I_{cnt}番目の参照画像情報に投影されたE_{cnt}番目の立体形状構成要素の面積の値が代入される(ステップS2504)。

【0237】続いて、E_{cnt}番目の立体形状構成要素のテクスチャ情報として、I_{cnt}番目の参照画像情報の情報を変数w_{ght}だけ重み付けをした後、色彩情報記憶部240に格納する(ステップS2506)。

【0238】変数w_{acc}に対して、変数w_{ght}の値を累積し(ステップS2508)、カウント変数I_{cn}

tの値が1だけインクリメントされる(ステップS2509)。

【0239】続いて、カウンタ変数Icntの値が撮影された参照画像数Imaxと比較される(ステップS2510)。

【0240】変数Icntが、変数Imaxよりも小さい場合は、処理が、再びステップS2502に復帰する。

【0241】一方、ステップS2502において、Icnt番目の参照画像情報が、Ecnt番目の立体形状構成要素のテクスチャの入力対象でないと判断された場合は、処理がステップS2509に移行し、変数Icntの値が1だけインクリメントされた後(ステップS2509)、変数Icntと変数Imaxの値の比較が行なわれる。

【0242】したがって、ステップS2500からステップS2510までの処理が繰返されることで、Ecnt番目の立体形状構成要素に対して、所定数の参照画像情報から重み付けされたテクスチャ情報が獲得され、そのテクスチャ情報が色彩情報記憶部240に累積されることになる。

【0243】続いて、色彩情報記憶部240に累積されたテクスチャ情報が変数waccの値で割算される(ステップS2512)。

【0244】ここまでの処理で、Ecnt番目の立体形状構成要素に対するテクスチャ情報が、対応する所定数の参照画像情報からのテクスチャ情報の重み付け平均として色彩情報記憶部240に格納されることになる。

【0245】以上の処理を言い換えれば、各ポリゴンについて、それぞれに割り当てられた参照画像番号に対応する参照画像情報、および、これに隣接する所定数の物体画像情報に投影されたポリゴンの面積を求め、これを下記重み平均処理を行なう際の重み係数とする。

【0246】ここで、前記物体画像情報に番号を仮定し、これをIcntとしたとき、この物体画像情報に対応する重み係数をwght(Icnt)とする。また、これら画像情報の数をNとする。

【0247】さて、ポリゴンのテクスチャ情報は、複数の画素から構成されており、今、1つのテクスチャ情報の画素に着目する。この画素が上記物体画像情報に投影される部位を求め、その投影部位の画像情報(投影部位の画素値、すなわち色、濃度あるいは輝度)を、上記物体画像情報全てにわたって、すなわちN個分について重み平均処理をすることで、いま着目したテクスチャ情報の画素値の値とする。ここで、投影された部位の画像情報がv(Icnt)であったとすると、重み平均処理は、具体的には以下の式で表される計算を行なうことに対応する。

【0248】

【数5】

$$[\sum wght(Icnt) \times v(Icnt)] / \sum wght(Icnt)$$

【0249】この処理を、ポリゴンのテクスチャ情報となるすべての画素について行なう。

【0250】続いて、変数Ecntの値が1だけインクリメントされる(ステップS2514)。

【0251】続いて、カウンタ変数Ecntの値と立体形状構成要素数Emaxとの値が比較される(ステップS2516)。

【0252】変数Ecntの値が、立体形状構成要素数Emaxよりも小さい場合は、処理がステップS2501に復帰する。したがって、すべての立体形状構成要素について、上述したテクスチャ情報の重み平均処理が行なわれることになる。

【0253】一方、カウンタ変数Ecntが、立体形状構成要素数Emax以上である場合は(ステップS2516)、色彩情報記憶部240へのテクスチャ情報の格納処理が終了する(ステップ2518)。

【0254】すなわち、実施の形態4のテクスチャ情報の付与方法では、まず、各ポリゴンに対して参照画像情報番号(ラベル番号)の対応付けが行なわれる。続いて、対応付けられた参照画像情報番号を含む所定数(たとえば、対応付けられた参照画像情報番号とその前後1画面分)の参照画像情報番号に対応する参照画像情報について、各参照画像情報に投影される立体形状構成要素の面積に応じた重み平均処理を行なった結果が、その立体形状構成要素のテクスチャ情報として付与される。

【0255】以上説明したような所定数の参照画像情報からのテクスチャ情報の重み平均処理を行なうことにより、対応するポリゴンに対するテクスチャ情報が得られるので、よりテクスチャ連続性の向上したテクスチャ情報を当該ポリゴンに割り当てることが可能となる。

【0256】たとえば、現実の対象物体を撮影した場合に、照明等の関係により、特定方向から撮影した参照画像情報における当該ポリゴンに対する色彩情報に含まれる光沢が特異的に高い場合でも、重み平均処理によりその影響を軽減することが可能である。

【0257】図17に示したようなステップS2500からステップS2518までのプログラムを記録した媒体により、コンピュータ130を動作させることで、同様の効果を得ることが可能である。

【0258】【実施の形態5】実施の形態4では、予め、各ポリゴンに対して、テクスチャ情報を獲得する参照画像番号の割当が完了した後に、所定数の隣接する参照画像情報からも対応するポリゴンに対してテクスチャ情報を与える構成について説明した。

【0259】しかしながら、テクスチャ連続性をより重視する考えに立てば、必ずしもエネルギー関数Eを極小化するように各ポリゴンに対する参照画像番号の割当を行なう必要はない。

【0260】実施の形態5のテクスチャ情報付与方法では、各ポリゴン（立体形状構成要素）に対して、その立体形状構成要素に対するテクスチャ情報を有する複数の参照画像情報から当該ポリゴンに対してテクスチャ情報を付与する構成としている。

【0261】たとえば、各ポリゴン（立体形状構成要素）に対して、その立体形状構成要素に対するテクスチャ情報を有するすべての参照画像情報から当該ポリゴンに対してテクスチャ情報を付与しても良いし、各ポリゴン（立体形状構成要素）に対して、その立体形状構成要素に対するテクスチャ情報を有する画像情報からランダムに、あるいは規則的に参照画像情報を選択し、これらから当該ポリゴンに対してテクスチャ情報を付与しても良い。

【0262】図18は、このようなポリゴンへのテクスチャ情報の付与方法を示す概念図であり、立体形状構成要素に対するテクスチャ情報を有するすべての参照画像情報から当該ポリゴンに対してテクスチャ情報を付与する例を示している。

【0263】実施の形態4において説明したとおり、色彩情報記憶部240に対しては、各参照画像情報に投影されるポリゴンの形状にかかわらず、本来のポリゴン形状に対応したテクスチャ情報が格納される。

【0264】したがって、特定のポリゴンに注目した場合、このポリゴンが投影される面積が0でないすべての参照画像情報から、その投影面積に応じた重み平均処理を行なうことによりテクスチャ情報を獲得することが可能である。

【0265】図19は、このようなテクスチャ情報付与方法のフローを示すフローチャートである。

【0266】実在の物体に対する複数の画像撮影（ステップS20および立体モデル生成ステップS22）の後、各立体形状構成要素と、当該立体形状構成要素の投影面積が0でない参照画像情報との対応付けを行なう（ステップS30）。

【0267】続いて、上記対応付けに基づいて、色彩情報記憶部240に対して、投影面積に応じた重み平均処理を行なうことにより、各立体形状構成要素ごとに、テクスチャ情報が累積される（ステップS32）。

【0268】つまり、実施の形態5のテクスチャ情報の付与方法では、立体形状構成要素ごとに、複数の参照画像情報のそれぞれに投影された当該立体形状構成要素の面積を重み係数として、複数の参照画像情報についての重み平均処理が行なわれる。この立体形状構成要素ごとに得られた重み平均処理の結果が、テクスチャ情報として各立体形状構成要素に付与される。

【0269】以上のようにして、各立体形状構成要素に対して、テクスチャ情報を有するすべての参照画像情報から、テクスチャ情報を付与する構成とすることで、テクスチャ連続性がさらに向上する。

【0270】つまり、特定方向から撮影した参照画像情報が、たとえば照明の関係等で他の方向から撮影した参照画像情報に比べて光沢が異常に高いような場合でも、すべての関係する参照画像情報からのテクスチャ情報を重み平均することで、この特定方向のテクスチャ情報の影響が抑制される。

【0271】なお、以上説明した実施の形態1～5では、立体モデルをポリゴンデータに変換してから、テクスチャ情報を付与しているが、本願はこのような構成に限定されるわけではなく、ボクセル表現された立体モデルにおいて、表面の面方向を演算して、テクスチャ情報を付与するようにしてもよい。

【0272】ただし、ポリゴンデータに変換してから、テクスチャ情報を付与するという構成の方が、同一方向に向いている面（ポリゴン）を一括して処理できるため、演算量を著しく減少させることが可能である。

【0273】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明によれば、実在する物体を撮影した画像情報に基づいて、計算機内等において3次元立体モデルを再構成した場合に、当該対象物体を撮影した複数の画像情報のうちから、最も現実の物体が有するテクスチャ情報として最も適切なものを選択的に立体モデルに付与することが可能である。

【0274】また、本発明によれば、複数の立体形状構成要素の集合として表現された3次元立体モデルに対して、テクスチャ情報（色彩情報）を付与する場合に、各立体形状構成要素間でのテクスチャ情報の不連続性を抑制しつつ、同時に現実の物体の有するテクスチャ情報により近いテクスチャ情報を各立体形状構成要素に選択的に付与することが可能である。

【0275】さらに、複数の立体形状構成要素に対して、現実の対象物体から撮影した物体画像情報に基づいて、テクスチャ情報を付与する処理を、各立体形状構成要素に対するラベリング問題に置換して処理することが可能であるため、コンピュータ処理等に適した手順で各立体形状構成要素へのテクスチャ情報の付与処理を行なうことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1の3次元立体モデル生成装置1000の構成を示す概略ブロック図である。

【図2】実施の形態1の色彩情報付与処理部200の構成を示す概略ブロック図である。

【図3】現実の物体から3次元立体モデルを生成する処理のフローを示すフローチャートである。

【図4】現実の物体から3次元立体モデルを生成するまでの処理の過程を示す概念図である。

【図5】ボーテイング処理の概念を示す透視図である。

【図6】ボーテイング処理における仮定存在領域を示すP平面断面図である。

【図7】ボーテイング処理の概念を示すP平面断面図で

ある。

【図 8】ポリゴン生成処理を説明するための概念図である。

【図 9】ポリゴンによる 3 次元立体形状モデル 300 を示す図である。

【図 10】テクスチャ情報の付与処理を示す概念図である。

【図 11】各立体形状構成要素へのテクスチャ情報付与の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 12】実施の形態 1 のテクスチャ情報付与方法の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 13】実施の形態 1 のテクスチャ情報付与方法を記録した記録媒体 260 を示す概念図である。

【図 14】実施の形態 2 のテクスチャ情報付与方法の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 15】実施の形態 3 のテクスチャ情報付与方法の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 16】色彩情報記憶部 240 へのテクスチャ情報の記憶方法を示す概念図である。

【図 17】実施の形態 4 のテクスチャ情報付与方法の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 18】実施の形態 5 のテクスチャ情報付与方法を示す概念図である。

【図 19】実施の形態 5 のテクスチャ情報付与方法の処理の流れを示すフローチャートである。

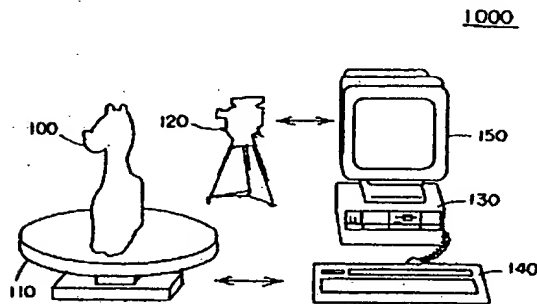
【図 20】従来のテクスチャ情報付与方法を示す概念図である。

【図 21】従来のテクスチャ情報付与方法の問題点を示す断面図である。

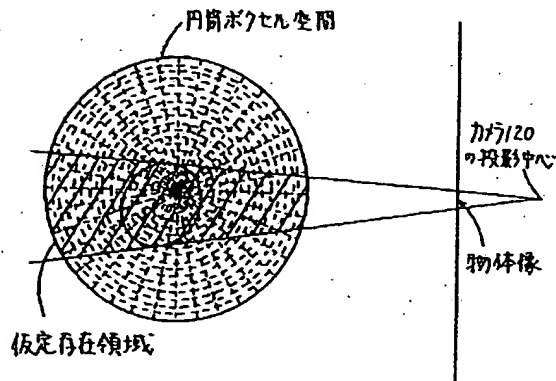
【符号の説明】

- | | |
|-----|------------|
| 100 | 対象物体 |
| 110 | 回転テーブル |
| 120 | カメラ |
| 130 | コンピュータ |
| 140 | データ入力装置 |
| 150 | ディスプレイ |
| 200 | 色彩情報付与処理部 |
| 210 | 演算部 |
| 220 | 画像記憶部 |
| 230 | 形状記憶部 |
| 240 | 色彩情報記憶部 |
| 300 | 3次元立体形状モデル |

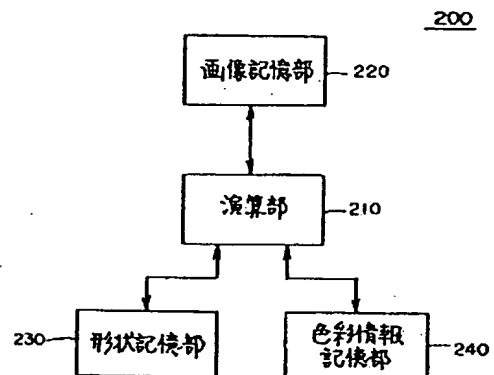
【図 1】



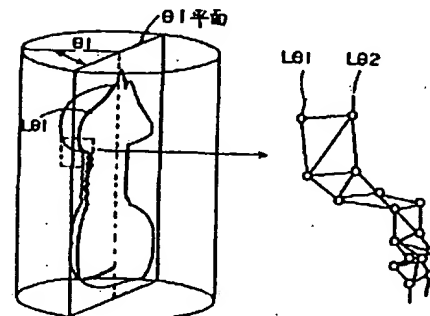
【図 6】



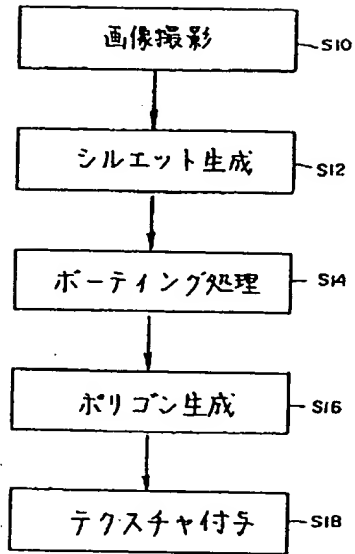
【図 2】



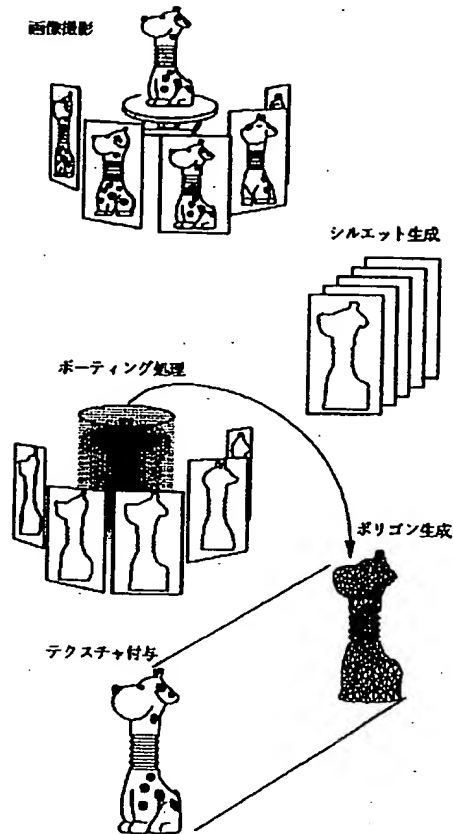
【図 8】



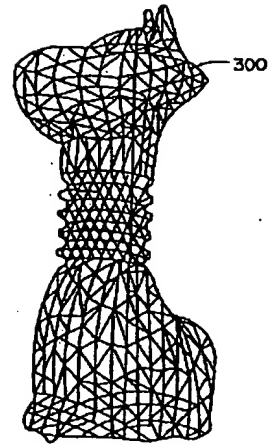
【図3】



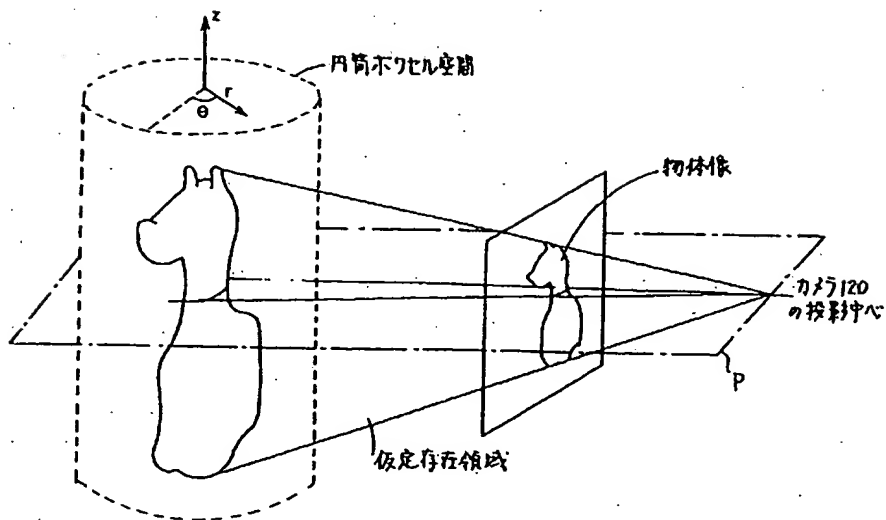
【図4】



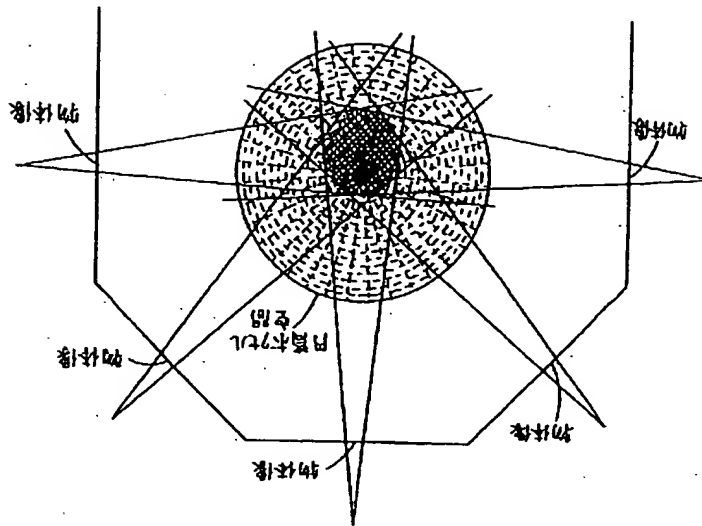
【図9】



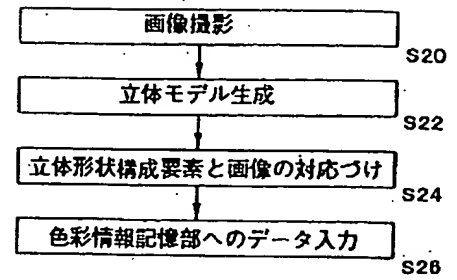
【図5】



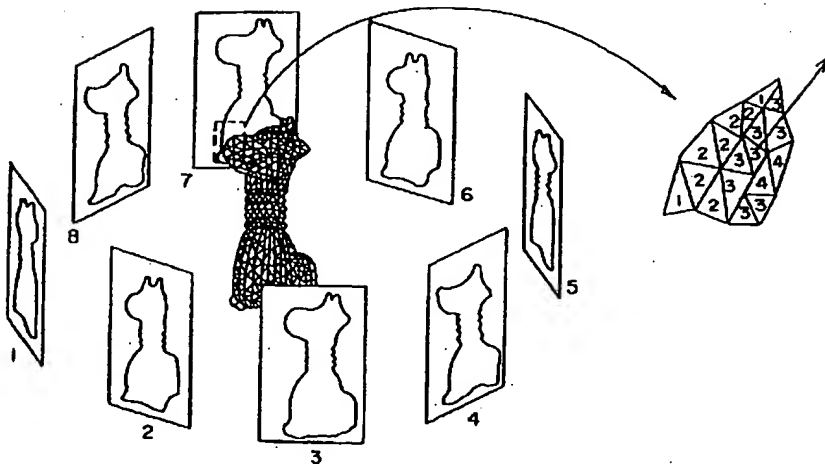
【図 7】



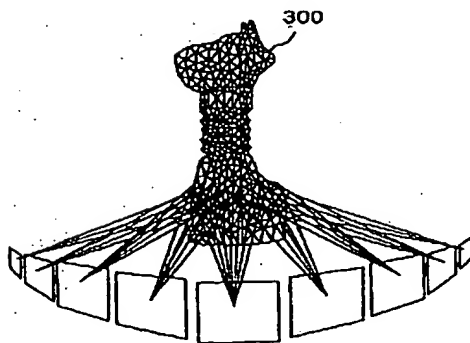
【図 11】



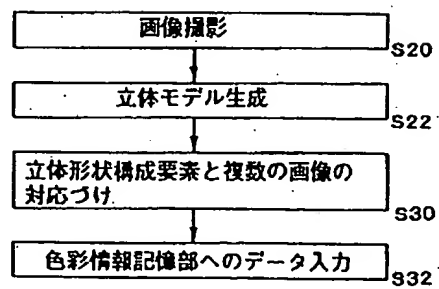
【図 10】



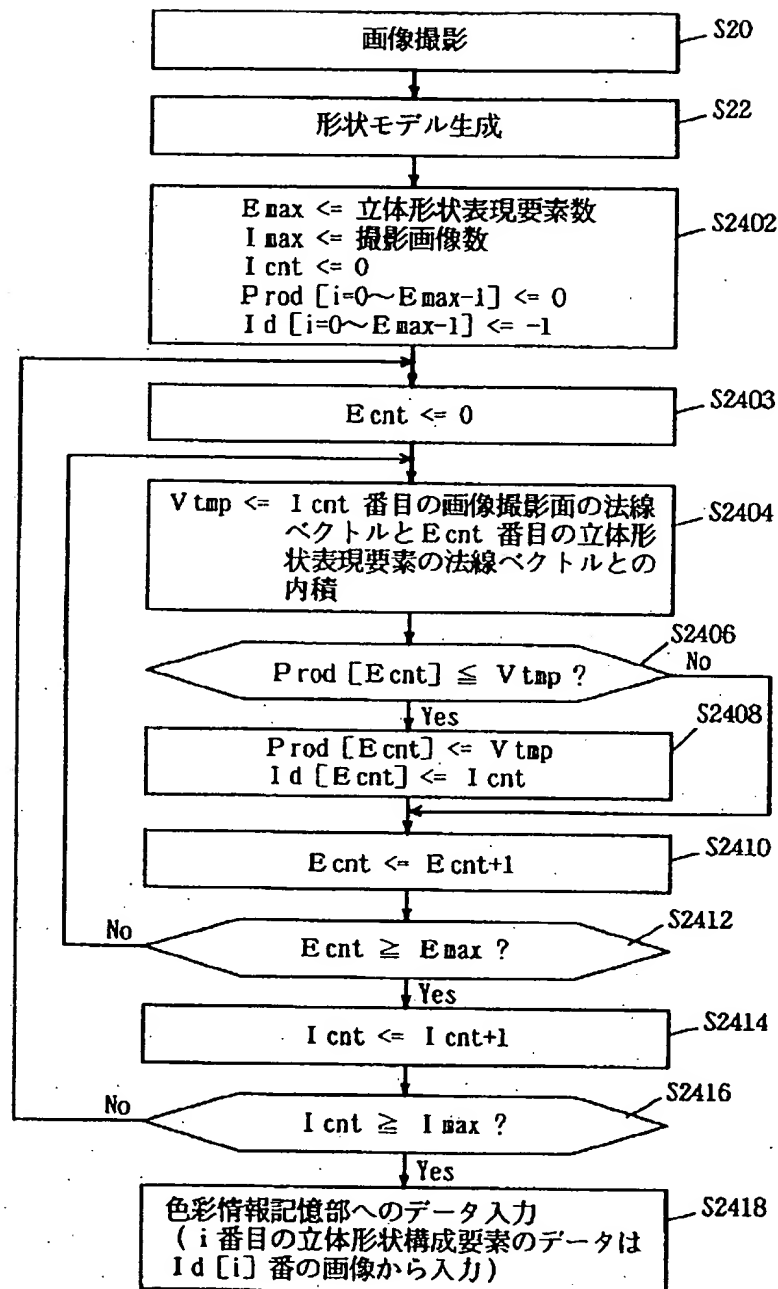
【図 18】



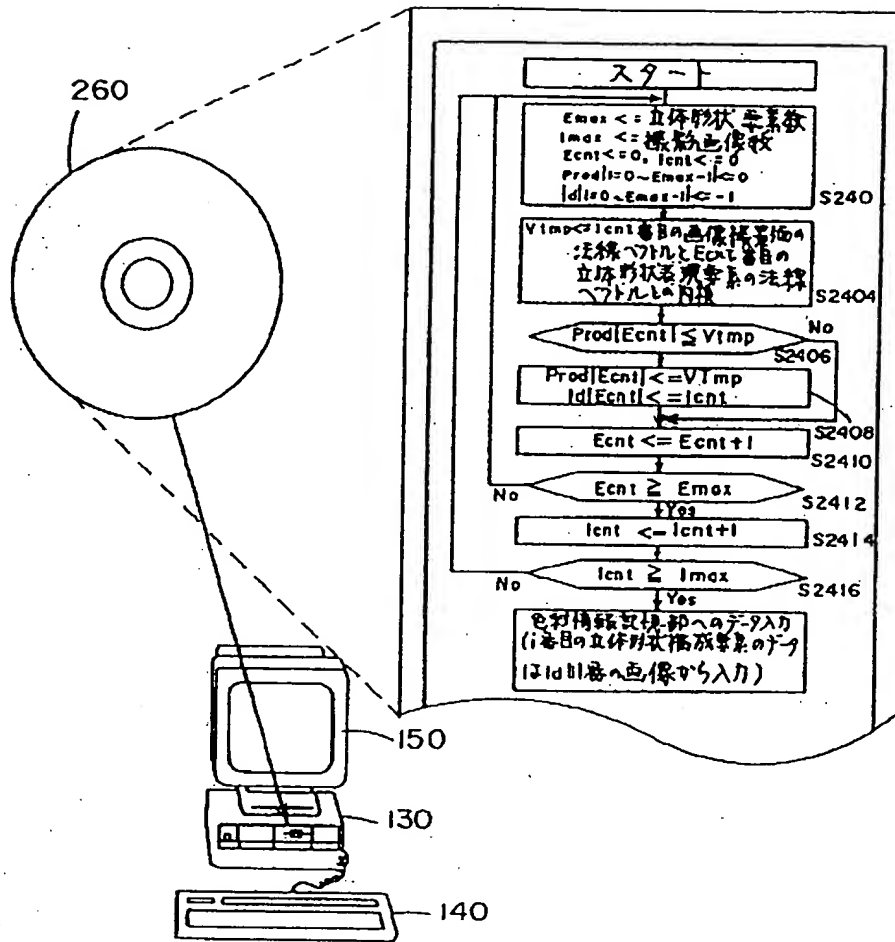
【図 19】



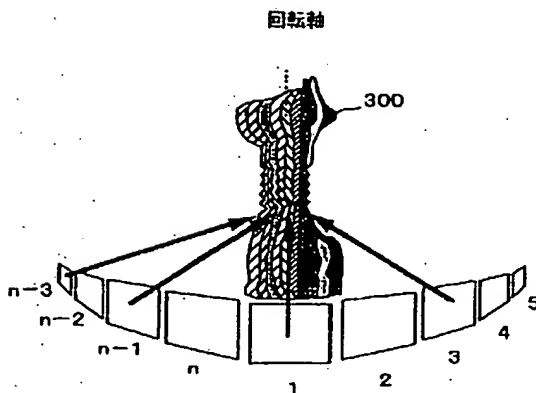
【図 12】



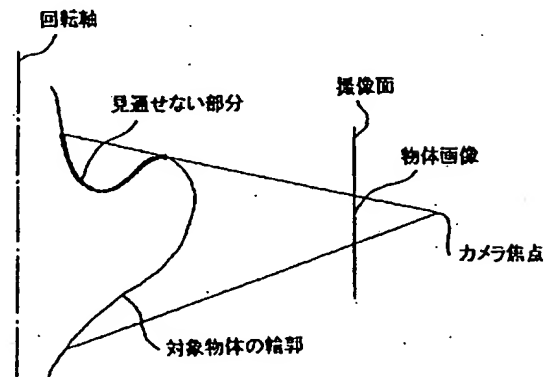
【図13】



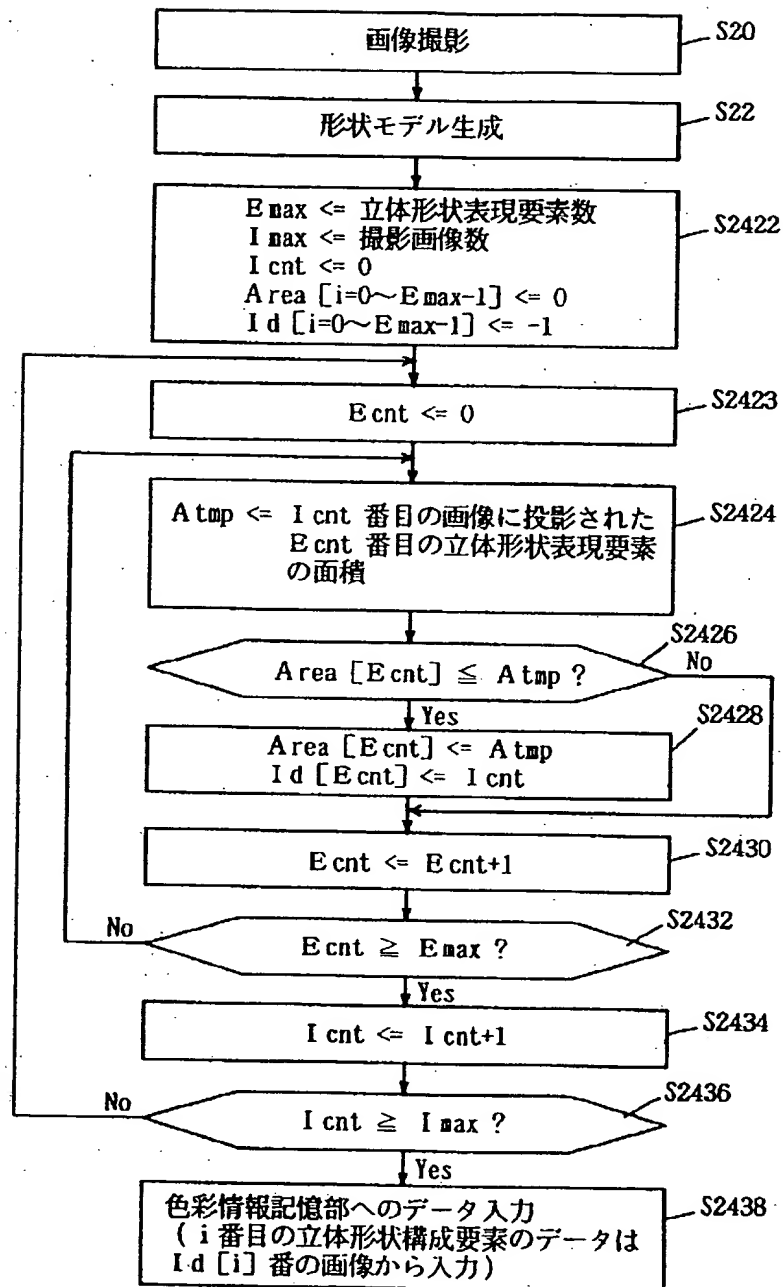
【図20】



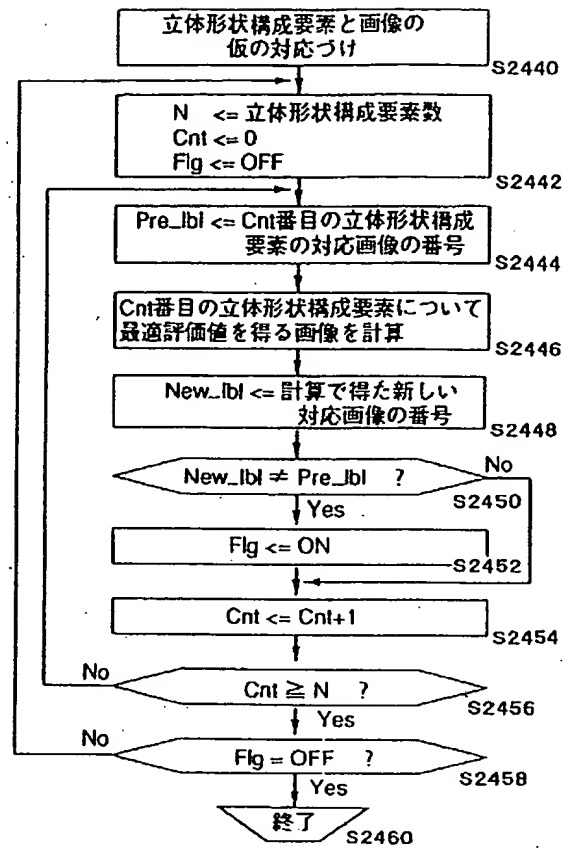
【図21】



【図 14】

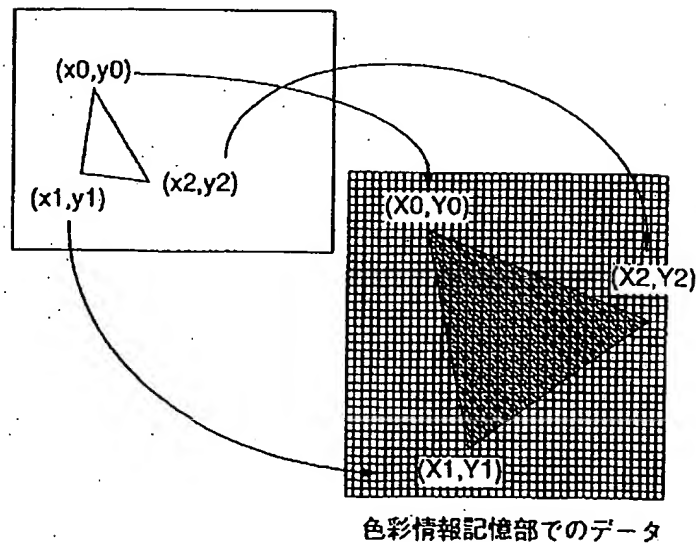


【図 15】



【図 16】

画像に投影されたポリゴン



【図 17】

